



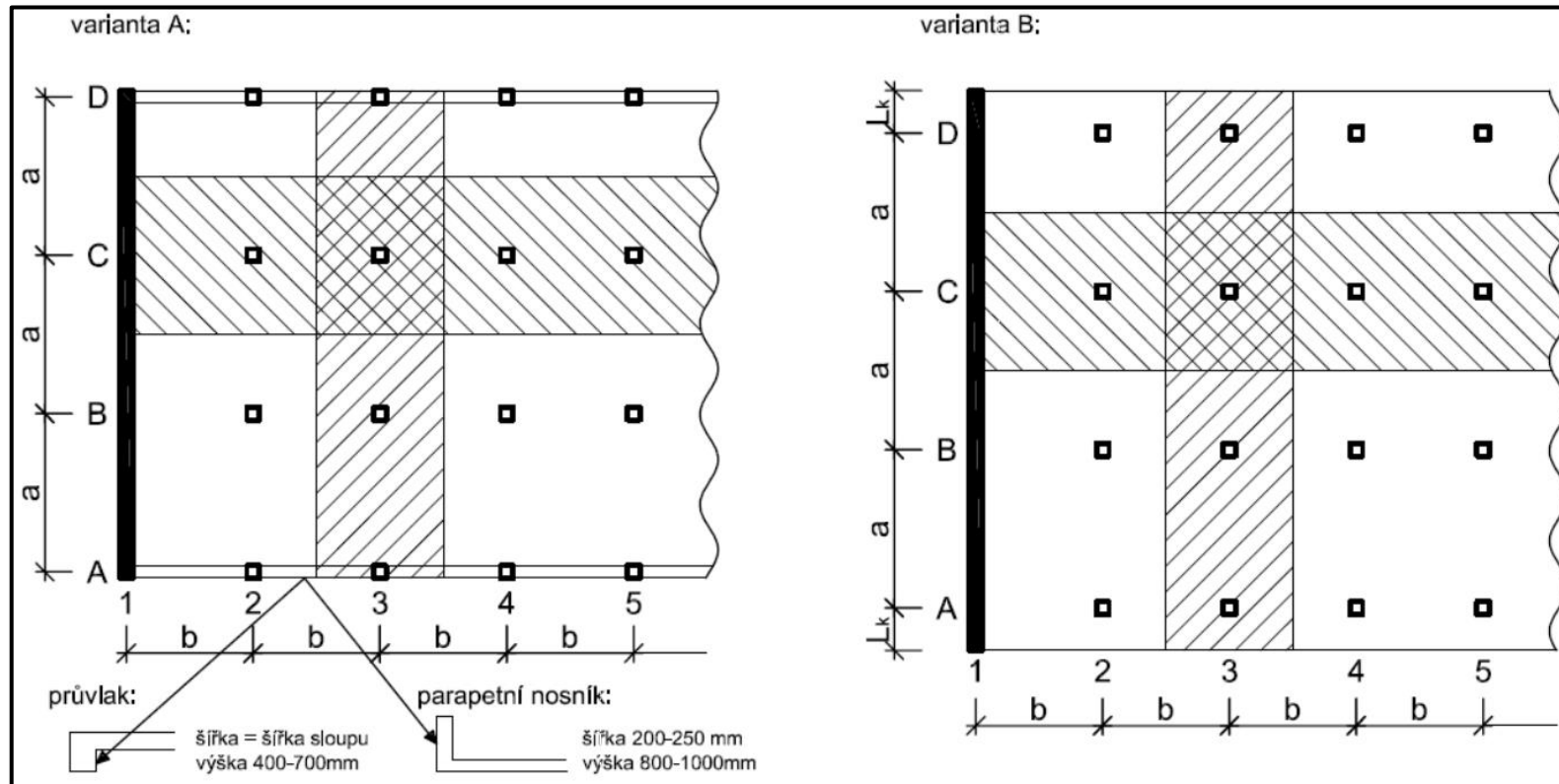
*Lokálně podepřená deska*

# Ohybová výztuž a výztuž proti protlačení – návrh a posouzení

# Zadání

# Řešená konstrukce

Železobetonový skelet bez vnitřních průvlaků\* s ŽB stěnou ve štítu.



# Zadání úlohy

1. Vypracujte předběžný návrh rozměrů nosných prvků.
2. Předběžně ověřte protlačení.
3. Vypočítejte ohybové momenty v pruzích C a 3 metodou součtových momentů.
4. Navrhněte a posuďte ohybovou výztuž.
5. Posuďte protlačení desky u sloupu C3.
6. Vypracujte skicu výkresu výztuže ve zvolených pruzích.

# Návrh a posouzení ohybové výztuže

# Aktuální krok úlohy

1. Vypracujte předběžný návrh rozměrů nosných prvků.
2. Předběžně ověřte protlačení.
3. Vypočítejte ohybové momenty v pruzích C a 3 metodou součtových momentů.
- 4. Navrhněte a posudte ohybovou výztuž.**
5. Posudte protlačení desky u sloupu C3.
6. Vypracujte skicu výkresu výztuže ve zvolených pruzích.

# Ohybová výztuž

Návrh provedte **pro všechny spočtené momenty**.

Pro **jeden průřez provedte výpočet ručně\***, ostatní v Excelové tabulce.

Jedná se o výztuže v desce, takže navrhujeme ve tvaru „ **$\emptyset X$  po  $Y$  mm**“.

Výztuž navrhujte tak, aby  **$a_{s,prov}$  bylo o cca 20 - 30 % větší než  $a_{s,req}^{**}$** .

\* Proto, aby ve statickém výpočtu byly alespoň jednou uvedené obecné vztahy a dosazení.

\*\* Abychom splnili dříve použitý předpoklad hodnoty součinitele  $\kappa_{c3} = 1,2 - 1,3$  u výpočtu ohybové štíhlosti desky.

# Ohybová výztuž – konstrukční zásady

Při návrhu ověřte všechny podmínky pro minimální plochu výztuže\*.

$$a_{s,min,1} = 0.0013bd,$$

$$a_{s,min,2} = \frac{0.26f_{ctm}}{f_{yk}} bd,$$

$$a_{s,min,3} = \frac{k_c k f_{ct,eff} a_{ct}}{\sigma_s} = \frac{0.4 \cdot 1 \cdot f_{ctm} \cdot (1 \cdot h_d/2)}{f_{yk}}$$

\* První dva vztahy jsou běžné vztahy pro minimální plochu z hlediska rizika křehkého lomu. Třetí podmínka se týká omezení šířky trhlin. Více viz [oficiální návod](#).



# Ohybová výztuž – konstrukční zásady

Při návrhu ověřte všechny podmínky pro minimální plochu výztuže\*.

$$a_{s,min,1} = 0.0013bd,$$

$$a_{s,min,2} = \frac{0.26 f_{ctm}}{f_{yk}} bd,$$

$$a_{s,min,3} = \frac{k_c k f_{ct,eff} a_{ct}}{\sigma_s} = \frac{0.4 \cdot 1 \cdot f_{ctm} \cdot (1 \cdot h_d/2)}{f_{yk}}$$

	Pevnostní třídy betonu														Analytické vztahy/ vysvětlivky
$f_{ck}$ (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
$f_{cm}$ (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{ck} + 8$ (MPa)
$f_{ctm}$ (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5	$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$ $f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln(1+(f_{cm}/10)) > C50/60$

\* První dva vztahy jsou podmínka se týká om

# Ohybová výztuž – zásady

- Dodržujte **pravidlo „ob profil“**, tj. nenavrhněte výztuž 8 a 10, ale např. 8 a 12.
- Volte raději **menší profily po menší vzdálenosti** než velké profily po větší vzdálenosti.
- Sjednocujte výztuž – např.:
  - Snažte se používat **stejné průměry výztuže** a měnit pouze rozteče.
  - Pokud by měl být rozdíl roztečí malý, zachovejte stejné průměry i rozteče (např. v jednom poli by vyšlo ø10 po 150 mm a v druhém poli ø10 po 160 mm, tak dáme v obou ø10 po 150 mm).

# Ohybová výztuž – rady

- Postup stejný jako v NNKB a Úloze 1.
- U dolního i horního povrchu desky je výztuž v obou směrech (kříží se). To znamená, že **účinná výška je různá v různých směrech** (v jednom směru je menší o průměr druhé výztuže) – větší  $d$  uvažujte ve více namáhaném směru (tj. ve směru, kde je největší moment).
- **Při návrhu (NE PŘI POSOUZENÍ)** můžete uvažovat  **$z = 0.9d$** . (Není třeba určovat  $\mu$  a  $\xi$  z tabulek.)

# Ohybová výztuž – výpočet

Zadání		Návrh											Únosnost					Posouzení								
Pás	Pole	Průřez	Pruh	$m_{Ed}$	$a_{odhad}$	$d_{odhad}$	$z_{odhad}$	$a_{s,req}$	$a_{s,min,1}$	$a_{s,min,2}$	$a_{s,min,3}$	$s_{max}$	$\varnothing$	$s$	NÁVRH	$a_{s,prov}$	$x$	$d$	$\xi$	$z$	$m_{Rd}$	$a_{s,req} < a_{s,prov}$	$a_{s,min} < a_{s,prov}$	$s < s_{max}$	$\xi < 0.45$	$m_{Ed} / m_{Rd}$
				kNm/m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm		mm	kNm/m'						
C	C <sub>k</sub>	Levá podpora	-	62.2	12	214	192.6	742.4	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	89.6%
		Pole	Sloupový	40.2	12	214	192.6	479.7	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	57.9%
			Střední	26.8	8	216	194.4	316.9	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	73.9%
		Pravá podpora	Sloupový	93.3	12	214	192.6	1113.7	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	69.0%
	Střední		31.1	8	216	194.4	367.8	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	85.8%	
	C <sub>s</sub>	Levá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%
			Střední	30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%
		Pole	Sloupový	39.6	12	214	192.6	473.1	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	57.1%
			Střední	26.4	8	216	194.4	312.5	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	72.9%
		Pravá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%
Střední			30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%	
3	Konzola	Konzola	Sloupový	16.7	12	202	181.8	211.1	262.6	336.1	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	46.1%
		Střední	3.8	8	204	183.6	48.0	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	10.6%	
	3 <sub>k</sub>	Dolní podpora	Sloupový	41.3	12	202	181.8	522.7	262.6	336.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	59.5%
			Střední	1.2	8	204	183.6	14.8	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	3.3%
		Pole	Sloupový	40.2	12	202	181.8	508.2	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	86.0%
			Střední	14.6	8	204	183.6	183.3	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	40.4%
	Horní podpora	Sloupový	69.5	12	202	181.8	879.6	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	51.5%	
		Střední	12.7	8	204	183.6	158.6	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	35.0%	
	3 <sub>s</sub>	Dolní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%
			Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%
		Pole	Sloupový	27.0	12	202	181.8	342.1	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	57.9%
			Střední	9.8	8	204	183.6	123.4	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	27.2%
Horní podpora		Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%	
		Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%	

# Ohybo

fcd	30 MPa	c	30 mm
fctm	3.2 MPa	h	250 mm
fyk	500 MPa	b	1000 mm
fyd	434.8 MPa		

a	5.3 m	Lk	0.9 m
b	7.5 m		
fd	14.56 kN/m <sup>2</sup>		
bstena	0.2 m		
bsloup	0.3 m		

Zadání											
Pás	Pole	Průřez	Pruh	$m_{ed}$	$\varnothing_{odhad}$	$d_{odhad}$	$z_{odhad}$	$a_{s,req}$	$a_{s,min,1}$	$a_{s,min,2}$	
				kNm/m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	
C	C <sub>k</sub>	Levá podpora	-	62.2	12	214	192.6	742.4	278.2	3	
		Pole	Sloupový	40.2	12	214	192.6	479.7	278.2	3	
			Střední	26.8	8	216	194.4	316.9	280.8	3	
	Pravá podpora	Sloupový	93.3	12	214	192.6	1113.7	278.2	3		
		Střední	31.1	8	216	194.4	367.8	280.8	3		
C <sub>s</sub>	Levá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	3		
		Střední	30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	3		
	Pole	Sloupový	39.6	12	214	192.6	473.1	278.2	3		
		Střední	26.4	8	216	194.4	312.5	280.8	3		
Pravá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	3			
	Střední	30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	3			
3	Konzola	Konzola	Sloupový	16.7	12	202	181.8	211.1	262.6	3	
		Střední	3.8	8	204	183.6	48.0	265.2	3		
	3 <sub>k</sub>	Dolní podpora	Sloupový	41.3	12	202	181.8	522.7	262.6	3	
			Střední	1.2	8	204	183.6	14.8	265.2	3	
		Pole	Sloupový	40.2	12	202	181.8	508.2	262.6	3	
			Střední	14.6	8	204	183.6	183.3	265.2	3	
			Sloupový	69.5	12	202	181.8	879.6	262.6	3	
			Střední	12.7	8	204	183.6	158.6	265.2	3	
	Horní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	3		
		Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	3		
		Sloupový	27.0	12	202	181.8	342.1	262.6	3		
		Střední	9.8	8	204	183.6	123.4	265.2	3		
3 <sub>s</sub>	Dolní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300
		Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300
	Pole	Sloupový	27.0	12	202	181.8	342.1	262.6	336.1	320	300
		Střední	9.8	8	204	183.6	123.4	265.2	339.5	320	300
Horní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	
	Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	
	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	
	Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	

Momenty ve sloupových a středních pružích											
Pás	Pole	Totální moment	Průřez	$\gamma$	Moment v průřezu kNm	Pruh	$\omega$	Celkový moment v pruhu kNm	Šířka pruhu m	Moment v pruhu na 1m' šířky kNm/m'	
C	C <sub>k</sub>	506.9	Levá podpora	0.65	329.5	-	-	329.5	5.30	62.2	
			Pole	Sloupový	0.35	177.4	Sloupový	0.60	106.5	2.65	40.2
				Střední			Střední		71.0	2.65	26.8
		Pravá podpora	Sloupový	0.65	329.5	Sloupový	0.75	247.1	2.65	93.3	
			Střední			Střední		82.4	2.65	31.1	
	C <sub>s</sub>	500.0	Levá podpora	0.65	325.0	Sloupový	0.75	243.7	2.65	92.0	
			Pole	Sloupový	0.35	175.0	Sloupový	0.60	105.0	2.65	39.6
				Střední			Střední		70.0	2.65	26.4
		Pravá podpora	Sloupový	0.65	325.0	Sloupový	0.75	243.7	2.65	92.0	
			Střední			Střední		81.2	2.65	30.7	
3	Konzola	44.2	Konzola			Sloupový	-	44.2	2.65	16.7	
			Střední			Střední		18.6	4.85	3.8	
	3 <sub>k</sub>	341.2	Dolní podpora	0.338	115.2	Sloupový	0.950	109.5	2.65	41.3	
			Pole	Sloupový	0.52	177.4	Sloupový	0.60	106.5	2.65	40.2
				Střední			Střední		71.0	4.85	14.6
		Horní podpora	Sloupový	0.72	245.7	Sloupový	0.75	184.2	2.65	69.5	
			Střední			Střední		61.4	4.85	12.7	
	3 <sub>s</sub>	341.2	Dolní podpora	0.65	221.8	Sloupový	0.75	166.3	2.65	62.8	
			Pole	Sloupový	0.35	119.4	Sloupový	0.60	71.7	2.65	27.0
				Střední			Střední		47.8	4.85	9.8
		Horní podpora	Sloupový	0.65	221.8	Sloupový	0.75	166.3	2.65	62.8	
Střední					Střední		55.4	4.85	11.4		

# Ohybová výztuž – výpočet

Zadání		Návrh											Únosnost				Posouzení									
Pás	Pole	Průřez	Pruh	$m_{Ed}$	$\varnothing_{odhad}$	$d_{odhad}$	$z_{odhad}$						$d$	$\xi$	$z$	$m_{Rd}$	$a_{s,req} < a_{s,prov}$	$a_{s,min} < a_{s,prov}$	$s < s_{max}$	$\xi < 0.45$	$m_{Ed} / m_{Rd}$					
				kNm/m'	mm	mm	mm						mm		mm	kNm/m'										
C	C <sub>k</sub>	Levá podpora	-	62.2	12	214	192						213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	89.6%					
		Pole	Sloupový	40.2	12	214	192						213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	57.9%					
			Střední	26.8	8	216	194						215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	73.9%					
		Pravá podpora	Sloupový	93.3	12	214	192						213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	69.0%					
	Střední		31.1	8	216	194						215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	85.8%						
	C <sub>s</sub>	Levá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192						213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%					
			Střední	30.7	8	216	194						215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%					
		Pole	Sloupový	39.6	12	214	192						213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	57.1%					
			Střední	26.4	8	216	194.4	312.5	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	72.9%	
		Pravá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	68.1%	
Střední			30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	84.6%		
3	Konzola	Konzola	Sloupový	16.7	12	202	181.8	211.1	262.6	336.1	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	46.1%
		Střední	3.8	8	204	183.6	48.0	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	10.6%	
	3 <sub>k</sub>	Dolní podpora	Sloupový	41.3	12	202	181.8	522.7	262.6	336.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	59.5%
			Střední	1.2	8	204	183.6	14.8	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	3.3%
		Pole	Sloupový	40.2	12	202	181.8	508.2	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	86.0%
			Střední	14.6	8	204	183.6	183.3	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	40.4%
	Horní podpora	Sloupový	69.5	12	202	181.8	879.6	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	51.5%	
		Střední	12.7	8	204	183.6	158.6	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	35.0%	
	3 <sub>s</sub>	Dolní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%
			Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%
		Pole	Sloupový	27.0	12	202	181.8	342.1	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	57.9%
			Střední	9.8	8	204	183.6	123.4	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	27.2%
Horní podpora		Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%	
		Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%	

$$d = h_d - c - \varnothing_1 / 2$$

nebo

$$d = h_d - c - \varnothing_1 - \varnothing_2 / 2$$

# Ohybová výztuž – výpočet

Zadáání		Návrh										Únosnost					Posouzení					
Pás	Pole	Průřez	Pruh	$m_{Ed}$	$d_{odhad}$	$d_{odhad}$	$z_{odhad}$	$a_{s,prov}$	$x$	$d$	$\xi$	$z$	$m_{Rd}$	$a_{s,req} < a_{s,prov}$	$a_{s,min} < a_{s,prov}$	$s < s_{max}$	$\xi < 0.45$	$m_{Ed} / m_{Rd}$				
				kNm/m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm		mm	kNm/m'									
C	C <sub>k</sub>	Levá podpora	-	62.2	12	214	192.6		14	200	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	89.6%				
		Pole	Sloupový	40.2	12	214	192.6	479.7	278.2	356.1	320	300	14	200	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	57.9%
			Střední	26.8	8	216	194.4	316.9	280.8	359.4	320	300	10	200	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	73.9%
		Pravá podpora	Sloupový	93.3	12	214	192.6	1113.7	278.2	356.1	320	300	14	100	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	69.0%
	Střední		31.1	8	216	194.4	367.8	280.8	359.4	320	300	10	200	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	85.8%	
	C <sub>s</sub>	Levá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%
			Střední	30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%
		Pole	Sloupový	39.6	12	214	192.6	473.1	278.2	356.1	320	300	14	200	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	57.1%
			Střední	26.4	8	216	194.4	312.5	280.8	359.4	320	300	10	200	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	72.9%
		Pravá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%
Střední			30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%	
3	Konzola	Konzola	Sloupový	16.7	12	202	181.8	211.1	262.6	336.1	320	300	10	200	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	46.1%
		Střední	3.8	8	204	183.6	48.0	265.2	339.5	320	300	10	200	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	10.6%	
	3 <sub>k</sub>	Dolní podpora	Sloupový	41.3	12	202	181.8	522.7	262.6	336.1	320	300	14	200	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	59.5%
			Střední	1.2	8	204	183.6	14.8	265.2	339.5	320	300	10	200	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	3.3%
		Pole	Sloupový	40.2	12	202	181.8	508.2	262.6	336.1	320	300	14	300	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	86.0%
			Střední	14.6	8	204	183.6	183.3	265.2	339.5	320	300	10	200	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	40.4%
	Horní podpora	Sloupový	69.5	12	202	181.8	879.6	262.6	336.1	320	300	14	100	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	51.5%	
		Střední	12.7	8	204	183.6	158.6	265.2	339.5	320	300	10	200	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	35.0%	
	3 <sub>s</sub>	Dolní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%
			Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%
		Pole	Sloupový	27.0	12	202	181.8	342.1	262.6	336.1	320	300	14	300	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	57.9%
			Střední	9.8	8	204	183.6	123.4	265.2	339.5	320	300	10	200	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	27.2%
Horní podpora		Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%	
		Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%	

$$z = 0.9d$$

# Ohybová výztuž – výpočet

Zadáání		Návrh													Únosnost					Posouzení						
Pás	Pole	Průřez	Pruh	$m_{Ed}$	$a_{odhad}$	$d_{odhad}$	$z_{odhad}$	$a_{s,req}$	$a_{s,min,1}$	$a_{s,min,2}$	$a_{s,min,3}$	$s_{max}$	$\varnothing$	$s$	NÁVRH	$a_{s,prov}$	$x$	$d$	$\xi$	$z$	$m_{Rd}$	$a_{s,req} < a_{s,prov}$	$a_{s,min} < a_{s,prov}$	$s < s_{max}$	$\xi < 0.45$	$m_{Ed} / m_{Rd}$
				kNm/m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	kNm/m'					
C	C <sub>k</sub>	Levá podpora	-	62.2	12	214	192.6	742.4	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	89.6%
		Pole	Sloupový	40.2	12	214	192.6	479.7	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	57.9%
			Střední	26.8	8	216	194.4	316.9	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	73.9%
		Pravá podpora	Sloupový	93.3	12	214	192.6	1113.7	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	69.0%
	Střední		31.1	8	216	194.4	367.8	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	85.8%	
	C <sub>s</sub>	Levá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%
			Střední	30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%
		Pole	Sloupový	39.6	12	214	192.6	473.1	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	57.1%
			Střední	26.4	8	216	194.4	312.5	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	72.9%
		Pravá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%
Střední			30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%	
3	Konzola	Konzola	Sloupový	16.7	12	202	181.8	211.1	262.6	336.1	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	46.1%
		Střední	3.8	8	204	183.6	48.0	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	10.6%	
	3 <sub>k</sub>	Dolní podpora	Sloupový	41.3	12	202	181.8	522.7	262.6	336.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	59.5%
			Střední	1.2	8	204	183.6	14.8	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	3.3%
		Pole	Sloupový	40.2	12	202	181.8	508.2	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	86.0%
			Střední	14.6	8	204	183.6	183.3	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	40.4%
	Horní podpora	Sloupový	69.5	12	202	181.8	879.6	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	51.5%	
		Střední	12.7	8	204	183.6	158.6	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	35.0%	
	3 <sub>s</sub>	Dolní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%
			Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%
		Pole	Sloupový	27.0	12	202	181.8	342.1	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	57.9%
			Střední	9.8	8	204	183.6	123.4	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	27.2%
Horní podpora		Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%	
		Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%	

$$a_{s,req} = m_{Ed} / f_{yd} z$$



# Ohybová výztuž – výpočet

Zadání					Návrh										Únosnost					Posouzení						
Pás	Pole	Průřez	Pruh	$m_{Ed}$	$a_{odhad}$	$d_{odhad}$	$z_{odhad}$	$a_{s,req}$	$a_{s,min,1}$	$a_{s,min,2}$	$a_{s,min,3}$	$s_{max}$	$\varnothing$	$s$	NÁVRH	$a_{s,prov}$	$x$	$d$	$\xi$	$z$	$m_{Rd}$	$a_{s,req} < a_{s,prov}$	$a_{s,min} < a_{s,prov}$	$s < s_{max}$	$\xi < 0.45$	$m_{Ed} / m_{Rd}$
				kNm/m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm		mm	kNm/m'						
C	C <sub>k</sub>	Levá podpora	-	62.2	12	214	192.6	742.4	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	89.6%
		Pole	Sloupový	40.2	12	214	192.6	479.7	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	57.9%
			Střední	26.8	8	216	194.4	316.9	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	73.9%
		Pravá podpora	Sloupový	93.3	12	214	192.6	1113.7	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	69.0%
	Střední		31.1	8	216	194.4	367.8	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	85.8%	
	C <sub>s</sub>	Levá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%
			Střední	30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%
		Pole	Sloupový	39.6	12	214	192.6	473.1	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	57.1%
			Střední	26.4	8	216	194.4	312.5	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	72.9%
	Pravá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%	
Střední		30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%		
3	Konzola	Konzola	Sloupový	16.7	12	202	181.8	211.1	262.6	336.1	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	46.1%
		Střední	3.8	8	204	183.6	48.0	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	10.6%	
	3 <sub>k</sub>	Dolní podpora	Sloupový	41.3	12	202	181.8	522.7	262.6	336.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	59.5%
			Střední	1.2	8	204	183.6	14.8	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	3.3%
		Pole	Sloupový	40.2	12	202	181.8	508.2	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	86.0%
			Střední	14.6	8	204	183.6	183.3	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	40.4%
	Horní podpora	Sloupový	69.5	12	202	181.8	879.6	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	51.5%	
		Střední	12.7	8	204	183.6	158.6	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	35.0%	
	3 <sub>s</sub>	Dolní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%
			Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%
Pole		Sloupový	27.0	12	202	181.8	342.1	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	57.9%	
		Střední	9.8	8	204	183.6	123.4	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	27.2%	
Horní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%		
	Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%		

$$a_{s,min,1} = 0.0013bd$$

$$a_{s,min,2} = 0.26bd f_{ctm} / f_{yk}$$

$$a_{s,min,3} = 0.4 f_{ctm} (h_d / 2) / f_{yk}$$

# Ohybová výztuž – výpočet

Zadání		Návrh											Únosnost					Posouzení								
Pás	Pole	Průřez	Pruh	$m_{Ed}$	$a_{odhad}$	$d_{odhad}$	$z_{odhad}$	$a_{s,req}$	$a_{s,min,1}$	$a_{s,min,2}$	$a_{s,min,3}$	$s_{max}$	$\varnothing$	$s$	NÁVRH	$a_{s,prov}$	$x$	$d$	$\xi$	$z$	$m_{Rd}$	$a_{s,req} < a_{s,prov}$	$a_{s,min} < a_{s,prov}$	$s < s_{max}$	$\xi < 0.45$	$m_{Ed} / m_{Rd}$
				kNm/m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
C	C <sub>k</sub>	Levá podpora	-	62.2	12	214	192.6	742.4	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	89.6%
		Pole	Sloupový	40.2	12	214	192.6	479.7	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	57.9%
			Střední	26.8	8	216	194.4	316.9	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	73.9%
		Pravá podpora	Sloupový	93.3	12	214	192.6	1113.7	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	2	215	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	69.0%
	Střední		31.1	8	216	194.4	367.8	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	85.8%	
	C <sub>s</sub>	Levá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	2	215	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%
			Střední	30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%
		Pole	Sloupový	39.6	12	214	192.6	473.1	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	57.1%
			Střední	26.4	8	216	194.4	312.5	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	72.9%
		Pravá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%
Střední			30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%	
3	Konzola	Konzola	Sloupový	16.7	12	202	181.8	211.1	262.6	336.1	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	46.1%
		Střední	3.8	8	204	183.6	48.0	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	10.6%	
	3 <sub>k</sub>	Dolní podpora	Sloupový	41.3	12	202	181.8	522.7	262.6	336.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	59.5%
			Střední	1.2	8	204	183.6	14.8	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	3.3%
		Pole	Sloupový	40.2	12	202	181.8	508.2	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	86.0%
			Střední	14.6	8	204	183.6	183.3	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	40.4%
	Horní podpora	Sloupový	69.5	12	202	181.8	879.6	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	51.5%	
		Střední	12.7	8	204	183.6	158.6	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	35.0%	
	3 <sub>s</sub>	Dolní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%
			Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%
Pole		Sloupový	27.0	12	202	181.8	342.1	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	57.9%	
		Střední	9.8	8	204	183.6	123.4	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	27.2%	
Horní podpora		Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%	
		Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%	

Návrh: øX po Y mm  
( $a_{s,prov} = Z \text{ mm}^2$ )

# Ohybová výztuž – výpočet

Zadání		Návrh													Únosnost					Posouzení						
Pás	Pole	Průřez	Pruh	$m$	$a$	$d$	$a_s$	$a_{s,prov}$	$a_{s,min}$	$a_{s,max}$	$a_{s,req}$	$a_{s,prov}$	$a_{s,min}$	$a_{s,max}$	$x$	$d$	$\xi$	$z$	$m_{rd}$	$a_{s,req} < a_{s,prov}$	$a_{s,min} < a_{s,prov}$	$s < s_{max}$	$\xi < 0.45$	$m_{ed} / m_{rd}$		
				$kNm$											mm	mm		mm	$kNm/m'$							
C	C <sub>k</sub>	Levá podpora	-												13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	89.6%		
		Pole	Sloupový													13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	57.9%	
			Střední	26.8	8	216	194.4	316.9	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	73.9%
		Pravá podpora	Sloupový	93.3	12	214	192.6	1113.7	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	69.0%
	Střední		31.1	8	216	194.4	367.8	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	85.8%	
	C <sub>s</sub>	Levá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%
			Střední	30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%
		Pole	Sloupový	39.6	12	214	192.6	473.1	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	57.1%
			Střední	26.4	8	216	194.4	312.5	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	72.9%
		Pravá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%
Střední			30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%	
3	Konzola	Konzola	Sloupový	16.7	12	202	181.8	211.1	262.6	336.1	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	46.1%
		Střední	3.8	8	204	183.6	48.0	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	10.6%	
	3 <sub>k</sub>	Dolní podpora	Sloupový	41.3	12	202	181.8	522.7	262.6	336.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	59.5%
			Střední	1.2	8	204	183.6	14.8	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	3.3%
		Pole	Sloupový	40.2	12	202	181.8	508.2	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	86.0%
			Střední	14.6	8	204	183.6	183.3	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	40.4%
	Horní podpora	Sloupový	69.5	12	202	181.8	879.6	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	51.5%	
		Střední	12.7	8	204	183.6	158.6	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	35.0%	
	3 <sub>s</sub>	Dolní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%
			Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%
		Pole	Sloupový	27.0	12	202	181.8	342.1	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	57.9%
			Střední	9.8	8	204	183.6	123.4	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	27.2%
Horní podpora		Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%	
		Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%	

$$x = (a_{s,prov} f_{yd}) / (0.8 b f_{cd})$$

# Ohybová výztuž – výpočet

Zadání		Návrh											Únosnost					Posouzení								
Pás	Pole	Průřez	Pruh	$m_{Ed}$	$\varnothing_{odhad}$	$d_{odhad}$	$z_{odhad}$	$a_{s,req}$	$a_{s,min,1}$	$a_{s,min,2}$	$a_{s,min,3}$	$s_{max}$	$\varnothing$	$s$	NÁVRH	$a_{s,prov}$	$x$	$d$	$\xi$	$z$	$m_{Rd}$	$a_{s,req} < a_{s,prov}$	$a_{s,min} < a_{s,prov}$	$s < s_{max}$	$\xi < 0.45$	$m_{Ed} / m_{Rd}$
				kNm/m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm		mm	kNm/m'						
C	C <sub>k</sub>	Levá podpora	-	62.2	12	214	192.6	742.4	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	89.6%
		Pole	Sloupový	40.2	12	214	192.6	479.7	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	57.9%
			Střední	26.8	8	216	194.4	316.9	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	73.9%
		Pravá podpora	Sloupový	93.3	12	214	192.6	1113.7	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	69.0%
	Střední		31.1	8	216	194.4	367.8	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	85.8%	
	C <sub>s</sub>	Levá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%
			Střední	30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%
		Pole	Sloupový	39.6	12	214	192.6	473.1	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	57.1%
Střední			26.4	8	216	194.4	312.5	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	72.9%	
Pravá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%		
	Střední	30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%		
3	Konzola	Konzola	Sloupový	16.7	12	202	181.8	211.1	262.6	336.1	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	46.1%
		Střední	3.8	8	204	183.6	48.0	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	10.6%	
	3 <sub>k</sub>	Dolní podpora	Sloupový	41.3	12	202	181.8	522.7	262.6	336.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	59.5%
			Střední	1.2	8	204	183.6	14.8	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	3.3%
		Pole	Sloupový	40.2	12	202	181.8	508.2	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	86.0%
			Střední	14.6	8	204	183.6	183.3	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	40.4%
	Horní podpora	Sloupový	69.5	12	202	181.8	879.6	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	51.5%	
		Střední	12.7	8	204	183.6	158.6	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	35.0%	
	3 <sub>s</sub>	Dolní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%
			Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%
		Pole	Sloupový	27.0	12	202	181.8	342.1	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	57.9%
			Střední	9.8	8	204	183.6	123.4	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	27.2%
Horní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%		
	Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%		

$$\xi = x/d$$

# Ohybová výztuž – výpočet

fcd	30 MPa	c	30 mm
fctm	3.2 MPa	h	250 mm
fyk	500 MPa	b	1000 mm
fyd	434.8 MPa		

Zadání					Návrh									Únosnost					Posouzení							
Pás	Pole	Průřez	Pruh	$m_{Ed}$	$a_{odhad}$	$d_{odhad}$	$z_{odhad}$	$a_{s,req}$	$a_{s,min,1}$	$a_{s,min,2}$	$a_{s,min,3}$	$s_{max}$	$\varnothing$	$s$	NÁVRH	$a_{s,prov}$	$x$	$d$	$\xi$	$z$	$m_{Rd}$	$a_{s,req} < a_{s,prov}$	$a_{s,min} < a_{s,prov}$	$s < s_{max}$	$\xi < 0.45$	$m_{Ed} / m_{Rd}$
				kNm/m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm			mm	kNm/m'					
C	C <sub>k</sub>	Levá podpora	-	62.2	12	214	192.6	742.4	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	89.6%
		Pole	Sloupový	40.2	12	214	192.6	479.7	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	57.9%
			Střední	26.8	8	216	194.4	316.9	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	73.9%
		Pravá podpora	Sloupový	93.3	12	214	192.6	1113.7	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	69.0%
	Střední		31.1	8	216	194.4	367.8	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	85.8%	
	C <sub>s</sub>	Levá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%
			Střední	30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%
		Pole	Sloupový	39.6	12	214	192.6	473.1	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	57.1%
Střední			26.4	8	216	194.4	312.5	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	72.9%	
Pravá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%		
	Střední	30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%		
3	Konzola	Konzola	Sloupový	16.7	12	202	181.8	211.1	262.6	336.1	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	46.1%
		Střední	3.8	8	204	183.6	48.0	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	10.6%	
	3 <sub>k</sub>	Dolní podpora	Sloupový	41.3	12	202	181.8	522.7	262.6	336.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	59.5%
			Střední	1.2	8	204	183.6	14.8	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	3.3%
		Pole	Sloupový	40.2	12	202	181.8	508.2	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	86.0%
			Střední	14.6	8	204	183.6	183.3	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	40.4%
	Horní podpora	Sloupový	69.5	12	202	181.8	879.6	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	51.5%	
		Střední	12.7	8	204	183.6	158.6	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	35.0%	
	3 <sub>s</sub>	Dolní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%
			Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%
		Pole	Sloupový	27.0	12	202	181.8	342.1	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	57.9%
			Střední	9.8	8	204	183.6	123.4	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	27.2%
Horní podpora		Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%	
		Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%	

$$z = d - 0.4x$$

# Ohybová výztuž – výpočet

Zadání		Návrh											Únosnost					Posouzení									
Pás	Pole	Průřez	Pruh	$m_{Ed}$	$a_{odhad}$	$d_{odhad}$	$z_{odhad}$	$a_{s,req}$	$a_{s,min,1}$	$a_{s,min,2}$	$a_{s,min,3}$	$s_{max}$	$\varnothing$	$s$	NÁVRH	$a_{s,prov}$	$x$	$d$	$\xi$	$z$	$m_{Rd}$	$a_{s,req} < a_{s,prov}$	$a_{s,min} < a_{s,prov}$	$s < s_{max}$	$\xi < 0.45$	$m_{Ed} / m_{Rd}$	
				kNm/m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm	mm	mm	mm	kNm/m'						
C	C <sub>k</sub>	Levá podpora	-	62.2	12	214	192.6	742.4	278.2	356.1	320										69.4	OK	OK	OK	OK	89.6%	
		Pole	Sloupový	40.2	12	214	192.6	479.7	278.2	356.1	320											69.4	OK	OK	OK	OK	57.9%
			Střední	26.8	8	216	194.4	316.9	280.8	359.4	320											36.2	OK	OK	OK	OK	73.9%
		Pravá podpora	Sloupový	93.3	12	214	192.6	1113.7	278.2	356.1	320											135.1	OK	OK	OK	OK	69.0%
	Střední		31.1	8	216	194.4	367.8	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	36.2	OK	OK	OK	OK	85.8%	
	C <sub>s</sub>	Levá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%
			Střední	30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%
		Pole	Sloupový	39.6	12	214	192.6	473.1	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	69.4	OK	OK	OK	OK	57.1%
			Střední	26.4	8	216	194.4	312.5	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	36.2	OK	OK	OK	OK	72.9%
		Pravá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	135.1	OK	OK	OK	OK	68.1%
Střední			30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	36.2	OK	OK	OK	OK	84.6%	
3	Konzola	Konzola	Sloupový	16.7	12	202	181.8	211.1	262.6	336.1	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	36.2	OK	OK	OK	OK	46.1%
		Střední	3.8	8	204	183.6	48.0	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	36.2	OK	OK	OK	OK	10.6%	
	3 <sub>k</sub>	Dolní podpora	Sloupový	41.3	12	202	181.8	522.7	262.6	336.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	69.4	OK	OK	OK	OK	59.5%
			Střední	1.2	8	204	183.6	14.8	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	36.2	OK	OK	OK	OK	3.3%
		Pole	Sloupový	40.2	12	202	181.8	508.2	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	46.7	OK	OK	OK	OK	86.0%
			Střední	14.6	8	204	183.6	183.3	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	36.2	OK	OK	OK	OK	40.4%
	Horní podpora	Sloupový	69.5	12	202	181.8	879.6	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	135.1	OK	OK	OK	OK	51.5%	
		Střední	12.7	8	204	183.6	158.6	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	36.2	OK	OK	OK	OK	35.0%	
	3 <sub>s</sub>	Dolní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%
			Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%
Pole		Sloupový	27.0	12	202	181.8	342.1	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	46.7	OK	OK	OK	OK	57.9%	
		Střední	9.8	8	204	183.6	123.4	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	36.2	OK	OK	OK	OK	27.2%	
Horní podpora		Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%	
		Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%	

$$m_{Rd} = f_{yd} a_{s,prov} z$$

# Ohybová výztuž – výpočet

Zadání		Návrh											Únosnost					Posouzení									
Pás	Pole	Průřez	Pruh	$m_{Ed}$	$a_{odhad}$	$d_{odhad}$	$z_{odhad}$	$a_{s,req}$	$a_{s,min,1}$	$a_{s,min,2}$	$a_{s,min,3}$	$s_{max}$	$\varnothing$	$s$	NÁVRH	$a_{s,prov}$	$x$	$d$	$\xi$	$z$	$m_{Rd}$	$a_{s,req} < a_{s,prov}$	$a_{s,min} < a_{s,prov}$	$s < s_{max}$	$\xi < 0.45$	$m_{Ed} / m_{Rd}$	
				kNm/m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm	mm	mm	mm	kNm/m'						
C	C <sub>k</sub>	Levá podpora	-	62.2	12	214	192.6	742.4	278.2	356.1	320	300	14	200								OK	OK	OK	OK	89.6%	
		Pole	Sloupový	40.2	12	214	192.6	479.7	278.2	356.1	320	300	14	200									OK	OK	OK	OK	57.9%
			Střední	26.8	8	216	194.4	316.9	280.8	359.4	320	300	10	200									OK	OK	OK	OK	73.9%
		Pravá podpora	Sloupový	93.3	12	214	192.6	1113.7	278.2	356.1	320	300	14	100									OK	OK	OK	OK	69.0%
	Střední		31.1	8	216	194.4	367.8	280.8	359.4	320	300	10	200									OK	OK	OK	OK	85.8%	
	C <sub>s</sub>	Levá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100									OK	OK	OK	OK	68.1%
			Střední	30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200									OK	OK	OK	OK	84.6%
		Pole	Sloupový	39.6	12	214	192.6	473.1	278.2	356.1	320	300	14	200									OK	OK	OK	OK	57.1%
			Střední	26.4	8	216	194.4	312.5	280.8	359.4	320	300	10	200									OK	OK	OK	OK	72.9%
	Pravá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100									OK	OK	OK	OK	68.1%	
		Střední	30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200									OK	OK	OK	OK	84.6%	
	3	Konzola	Konzola	Sloupový	16.7	12	202	181.8	211.1	262.6	336.1	320	300	10	200								OK	OK	OK	OK	46.1%
Střední			3.8	8	204	183.6	48.0	265.2	339.5	320	300	10	200									OK	OK	OK	OK	10.6%	
3 <sub>k</sub>		Dolní podpora	Sloupový	41.3	12	202	181.8	522.7	262.6	336.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4	OK	OK	OK	OK	59.5%	
			Střední	1.2	8	204	183.6	14.8	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	3.3%	
		Pole	Sloupový	40.2	12	202	181.8	508.2	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	86.0%	
			Střední	14.6	8	204	183.6	183.3	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	40.4%	
Horní podpora		Sloupový	69.5	12	202	181.8	879.6	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	51.5%		
		Střední	12.7	8	204	183.6	158.6	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	35.0%		
3 <sub>s</sub>		Dolní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%	
			Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%	
		Pole	Sloupový	27.0	12	202	181.8	342.1	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7	OK	OK	OK	OK	57.9%	
			Střední	9.8	8	204	183.6	123.4	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	27.2%	
Horní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1	OK	OK	OK	OK	46.5%			
	Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2	OK	OK	OK	OK	31.6%			

$a_{s,prov} \geq a_{s,req}$   
 $a_{s,prov} \geq a_{s,min,1}$   
 $a_{s,prov} \geq a_{s,min,2}$   
 $a_{s,prov} \geq a_{s,min,3}$

# Ohybová výztuž – výpočet

Zadání		Návrh											Únosnost					Posouzení										
Pás	Pole	Průřez	Pruh	$m_{Ed}$	$a_{odhad}$	$d_{odhad}$	$z_{odhad}$	$a_{s,req}$	$a_{s,min,1}$	$a_{s,min,2}$	$a_{s,min,3}$	$s_{max}$	$\varnothing$	$s$	NÁVRH	$a_{s,prov}$	$x$	$d$	$\xi$	$z$	$m_{Rd}$	$a_{s,req} < a_{s,prov}$	$a_{s,min} < a_{s,prov}$	$s < s_{max}$	$\xi < 0.45$	$m_{Ed} / m_{Rd}$		
				kNm/m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm		mm	kNm/m'								
C	C <sub>k</sub>	Levá podpora	-	62.2	12	214	192.6	742.4	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07						OK	OK	89.6%	
		Pole	Sloupový	40.2	12	214	192.6	479.7	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07						OK	OK	57.9%	
			Střední	26.8	8	216	194.4	316.9	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03						OK	OK	73.9%	
		Pravá podpora	Sloupový	93.3	12	214	192.6	1113.7	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1			OK	OK	OK	OK	69.0%
	Střední		31.1	8	216	194.4	367.8	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	85.8%	
	C <sub>s</sub>	Levá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1			OK	OK	OK	OK	68.1%
			Střední	30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	84.6%
		Pole	Sloupový	39.6	12	214	192.6	473.1	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4			OK	OK	OK	OK	57.1%
			Střední	26.4	8	216	194.4	312.5	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	72.9%
		Pravá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1			OK	OK	OK	OK	68.1%
Střední			30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	84.6%	
3	Konzola	Konzola	Sloupový	16.7	12	202	181.8	211.1	262.6	336.1	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	46.1%
		Střední	3.8	8	204	183.6	48.0	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	10.6%	
	3 <sub>k</sub>	Dolní podpora	Sloupový	41.3	12	202	181.8	522.7	262.6	336.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4			OK	OK	OK	OK	59.5%
			Střední	1.2	8	204	183.6	14.8	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	3.3%
		Pole	Sloupový	40.2	12	202	181.8	508.2	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7			OK	OK	OK	OK	86.0%
			Střední	14.6	8	204	183.6	183.3	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	40.4%
	Horní podpora	Sloupový	69.5	12	202	181.8	879.6	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1			OK	OK	OK	OK	51.5%	
		Střední	12.7	8	204	183.6	158.6	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	35.0%	
	3 <sub>s</sub>	Dolní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1			OK	OK	OK	OK	46.5%
			Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	31.6%
Pole		Sloupový	27.0	12	202	181.8	342.1	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7			OK	OK	OK	OK	57.9%	
		Střední	9.8	8	204	183.6	123.4	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	27.2%	
Horní podpora		Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1			OK	OK	OK	OK	46.5%	
		Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	31.6%	

$s < s_{max}$



# Ohybová výztuž – výpočet

Zadání		Návrh											Únosnost					Posouzení											
Pás	Pole	Průřez	Pruh	$m_{Ed}$	$a_{odhad}$	$d_{odhad}$	$z_{odhad}$	$a_{s,req}$	$a_{s,min,1}$	$a_{s,min,2}$	$a_{s,min,3}$	$s_{max}$	$\varnothing$	$s$	NÁVRH	$a_{s,prov}$	$x$	$d$	$\xi$	$z$	$m_{Rd}$	$a_{s,req} < a_{s,prov}$	$a_{s,min} < a_{s,prov}$	$s < s_{max}$	$\xi < 0.45$	$m_{Ed} / m_{Rd}$			
				kNm/m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm	mm	mm <sup>2</sup> /m'	mm	mm		mm	kNm/m'									
C	C <sub>k</sub>	Levá podpora	-	62.2	12	214	192.6	742.4	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07						OK	89.6%			
		Pole	Sloupový	40.2	12	214	192.6	479.7	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07							OK	57.9%		
			Střední	26.8	8	216	194.4	316.9	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03							OK	73.9%		
		Pravá podpora	Sloupový	93.3	12	214	192.6	1113.7	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13								OK	69.0%	
	Střední		31.1	8	216	194.4	367.8	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03								OK	85.8%		
	C <sub>s</sub>	Levá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13								OK	68.1%	
			Střední	30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03								OK	84.6%	
		Pole	Sloupový	39.6	12	214	192.6	473.1	278.2	356.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4			OK	OK	OK	OK	OK	57.1%
			Střední	26.4	8	216	194.4	312.5	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	OK	72.9%
		Pravá podpora	Sloupový	92.0	12	214	192.6	1098.3	278.2	356.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1			OK	OK	OK	OK	OK	68.1%
Střední			30.7	8	216	194.4	362.7	280.8	359.4	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	OK	84.6%	
3	Konzola	Konzola	Sloupový	16.7	12	202	181.8	211.1	262.6	336.1	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	OK	46.1%
		Střední	3.8	8	204	183.6	48.0	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	OK	10.6%	
	3 <sub>k</sub>	Dolní podpora	Sloupový	41.3	12	202	181.8	522.7	262.6	336.1	320	300	14	200	ø14 po 200 mm	769.7	13.9	213	0.07	207.4	69.4			OK	OK	OK	OK	OK	59.5%
			Střední	1.2	8	204	183.6	14.8	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	OK	3.3%
		Pole	Sloupový	40.2	12	202	181.8	508.2	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7			OK	OK	OK	OK	OK	86.0%
			Střední	14.6	8	204	183.6	183.3	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	OK	40.4%
	Horní podpora	Sloupový	69.5	12	202	181.8	879.6	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1			OK	OK	OK	OK	OK	51.5%	
		Střední	12.7	8	204	183.6	158.6	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	OK	35.0%	
	3 <sub>s</sub>	Dolní podpora	Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1			OK	OK	OK	OK	OK	46.5%
			Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	OK	31.6%
		Pole	Sloupový	27.0	12	202	181.8	342.1	262.6	336.1	320	300	14	300	ø14 po 300 mm	513.1	9.3	213	0.04	209.3	46.7			OK	OK	OK	OK	OK	57.9%
			Střední	9.8	8	204	183.6	123.4	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	OK	27.2%
Horní podpora		Sloupový	62.8	12	202	181.8	794.1	262.6	336.1	320	300	14	100	ø14 po 100 mm	1539.4	27.9	213	0.13	201.8	135.1			OK	OK	OK	OK	OK	46.5%	
		Střední	11.4	8	204	183.6	143.2	265.2	339.5	320	300	10	200	ø10 po 200 mm	392.7	7.1	215	0.03	212.2	36.2			OK	OK	OK	OK	OK	31.6%	

$m_{Rd} > m_{Ed}$   
 $\xi < 0.45$

# Výztuž na protlačení

# Protlačení desky

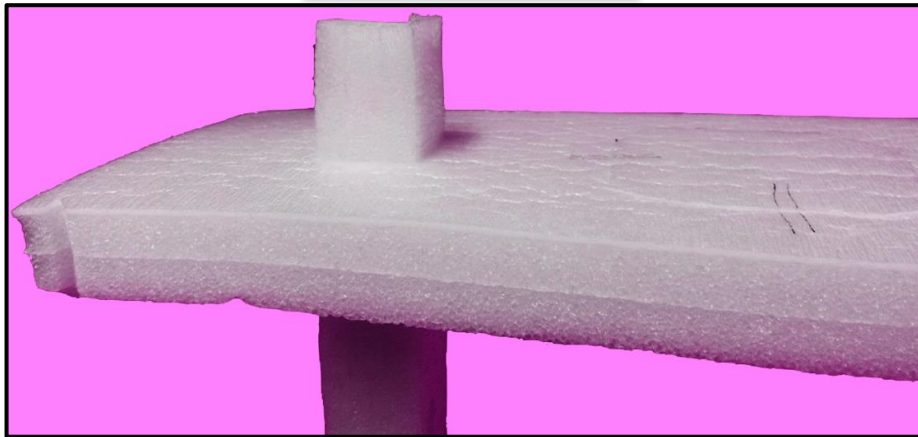
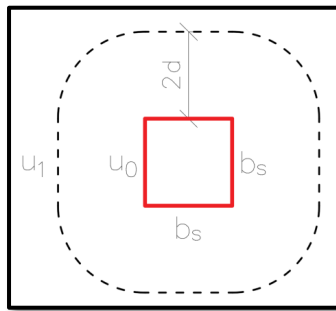
U lokálně podepřených desek působí **velká síla ze sloupu na malou plochu na desky** a může dojít k ***protlačení***\* desky.



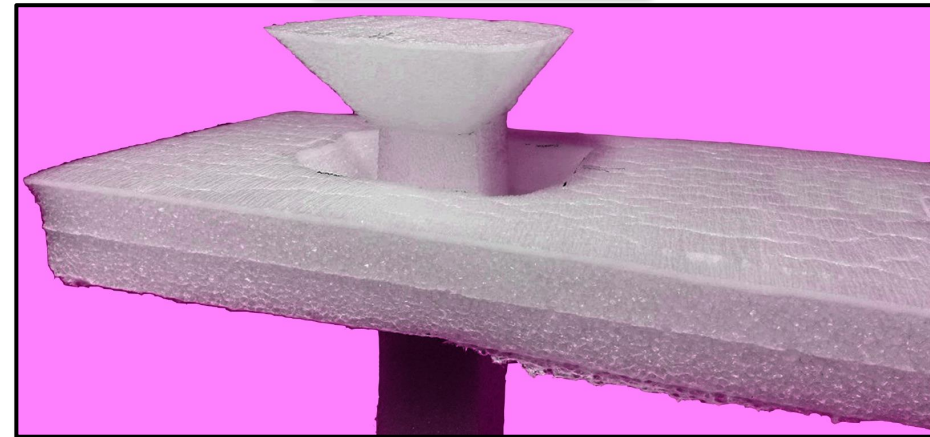
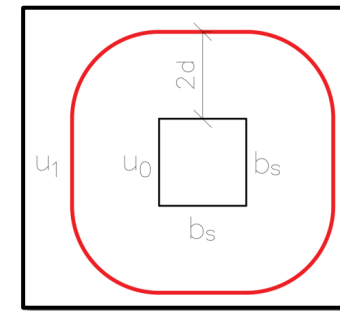
# Protlačení desky

Z hlediska protlačení hrozí **dva druhy porušení**.

protlačení v **obvodu  $u_0$**



protlačení v **obvodu  $u_1$**

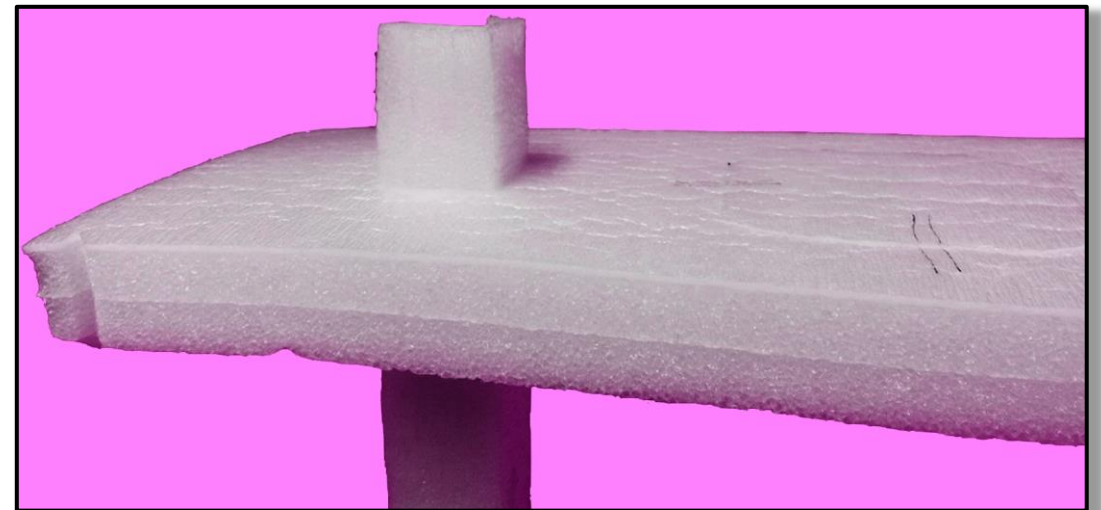
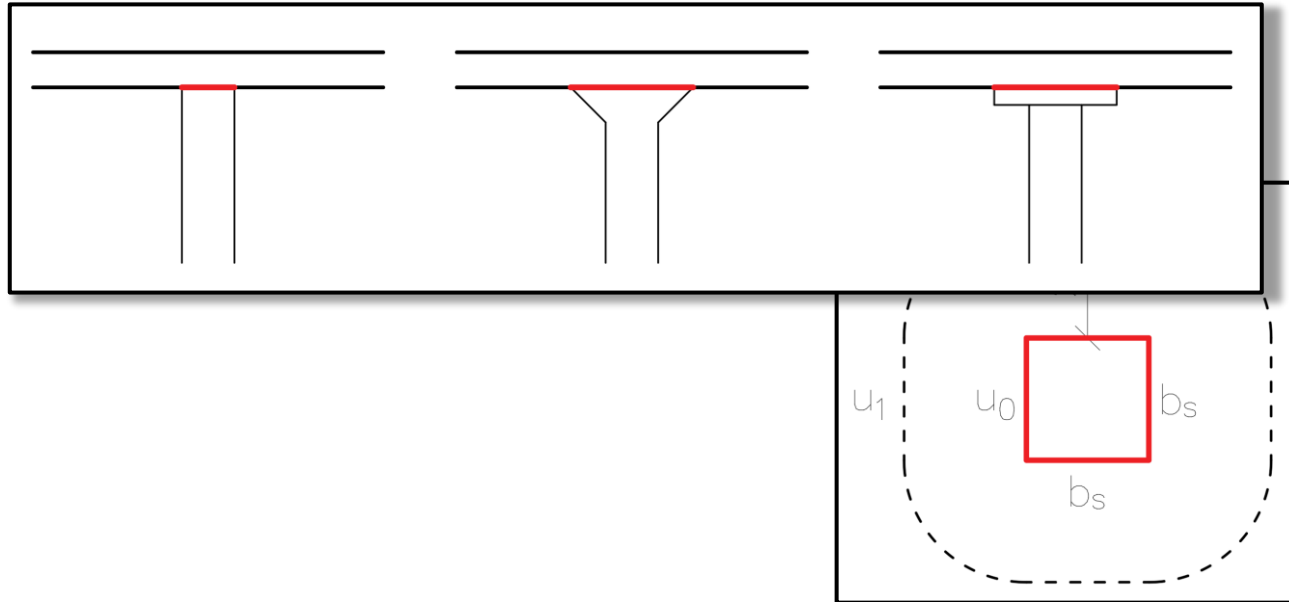


Protlačení v obvodu  $u_0$

# Protlačení v obvodu $u_0$

Protlačení **v obvodu  $u_0$**  se týká porušení, kdy **sloup „projede“\* deskou**.

Obvod  $u_0$  odpovídá obvodu průřezu podpory pod deskou.



# Protlačení v obvodu $u_0$

Protlačení **v obvodu  $u_0$**  jsme ověřovali už v předběžném návrhu.

V předběžném návrhu jsme ale účinnou výšku desky pouze odhadovali, a proto nyní (když už můžeme stanovit skutečnou hodnotu) **musíme podmínku znovu ověřit.**

# Účinná výška desky $d_{eff}$

Jelikož máme **oboustranně vyztuženou desku**, musíme stanovit účinnou výšku jako „průměr“ z jednotlivých směrů:

$$d_{eff} = (d_x + d_y)/2$$

kde  $d_x$  je účinná výška výztuže ve směru  $x$ ,  
 $d_y$  je účinná výška výztuže ve směru  $y$ .



# Protlačení v obvodu $u_0$

Při tomto typu porušení nám **nijak nepomůže výztuž** proti protlačení, a **musíme** tedy **ověřit**, že **samotný beton zvládne odolat** tomuto namáhání\*. Ověření provádíme pomocí vztahu

$$v_{Ed,0} \leq v_{Rd,max}$$

kde  $v_{Ed,0}$  je **účinek** návrhového **zatížení** v obvodu  $u_0$ ,  
 $v_{Rd,max}$  je **únosnost v protlačení** v obvodu  $u_0$ .

# Protlačení v obvodu $u_0$

Při tomto typu porušení nám **nijak nepomůže výztuž** proti protlačení, a **musíme** tedy **ověřit**, že **samotný beton zvládne odolat** tomuto namáhání. Ověření provádíme pomocí vztahu

$$\frac{\beta V_{Ed}}{d_{eff} u_0} \leq 0.4 \nu f_{cd},$$

kde  $V_{Ed}$  je celkové návrhové zatížení **pouze z jednoho podlaží** (zatížení daného podlaží vynásobené se zatěžovací plochou sloupu),  
 $\beta$  je součinitel polohy sloupu (pro vnitřní sloup 1.15, viz další slide),  
 $d_{eff}$  je účinná výška desky (tj. průměrná\* účinná výška průřezu),  
 $\nu = 0.6(1 - f_{ck}/250)$ .

# Protlačení v obvodu $u_0$

Při tomto typu porušení nám **nijak nepomůže výztuž** proti protlačení, a **musíme** tedy **ověřit**, že **samotný beton zvládne odolat** tomuto namáhání. Ověření provádíme pomocí vztahu

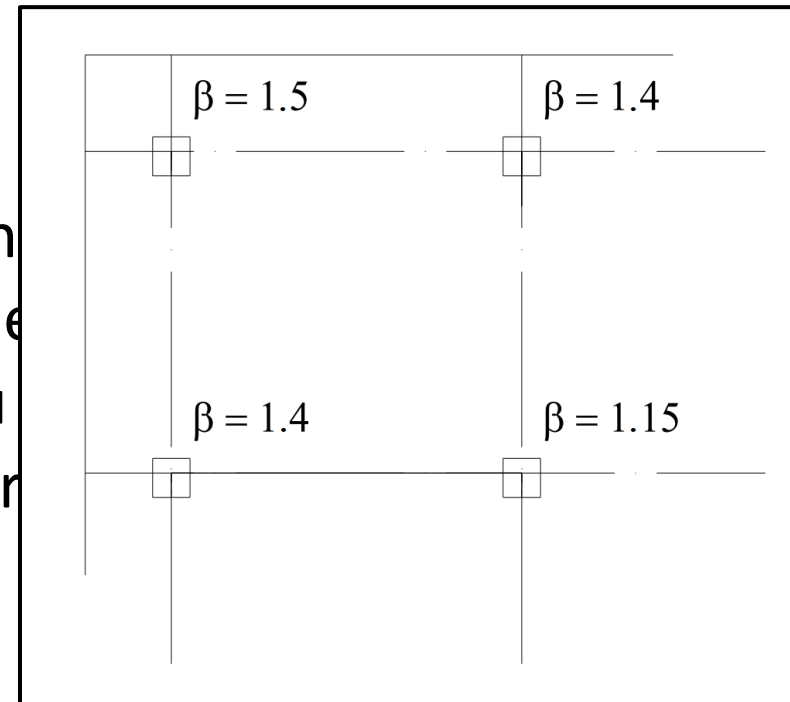
$$\frac{\beta V_{Ed}}{d_{eff} u_0} \leq 0.4 \nu f_{cd},$$

kde  $V_{Ed}$  je celkové návrhové zatížení daného podlaží vynásobené

$\beta$  je součinitel polohy sloupu

$d_{eff}$  je účinná výška desky (tj. pro

$\nu = 0.6(1 - f_{ck}/250)$ .



zatížení  
(u),  
(další slide),  
(ezu),

# Protlačení v obvodu $u_0$

**Pokud podmínka nevyhoví**, deska neodolá namáhání, a je **nutné návrh upravit**. V rámci domácího úkolu pouze navrhujeme úpravu, ale už nic nepře počítáváme.

**Možné úpravy** zahrnují

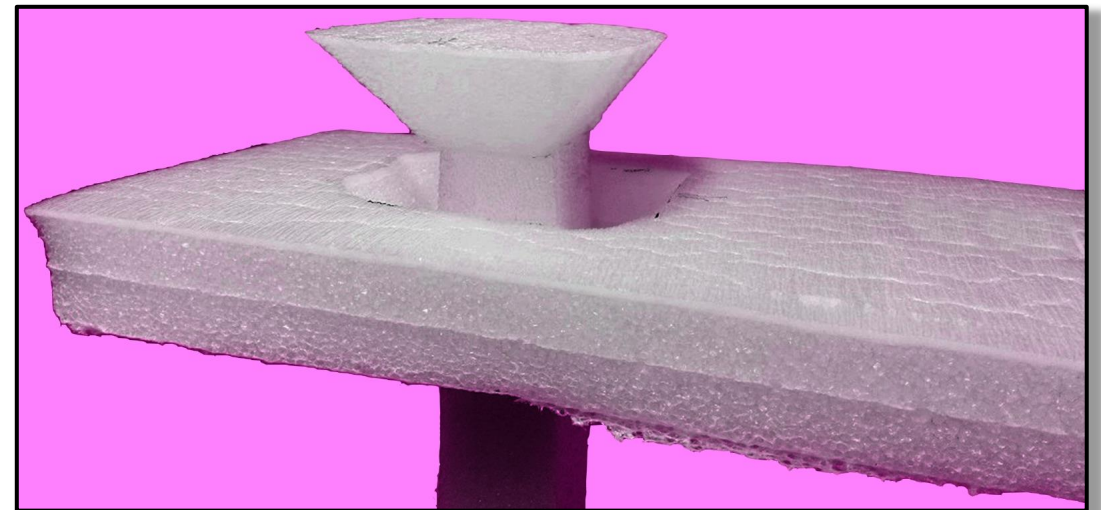
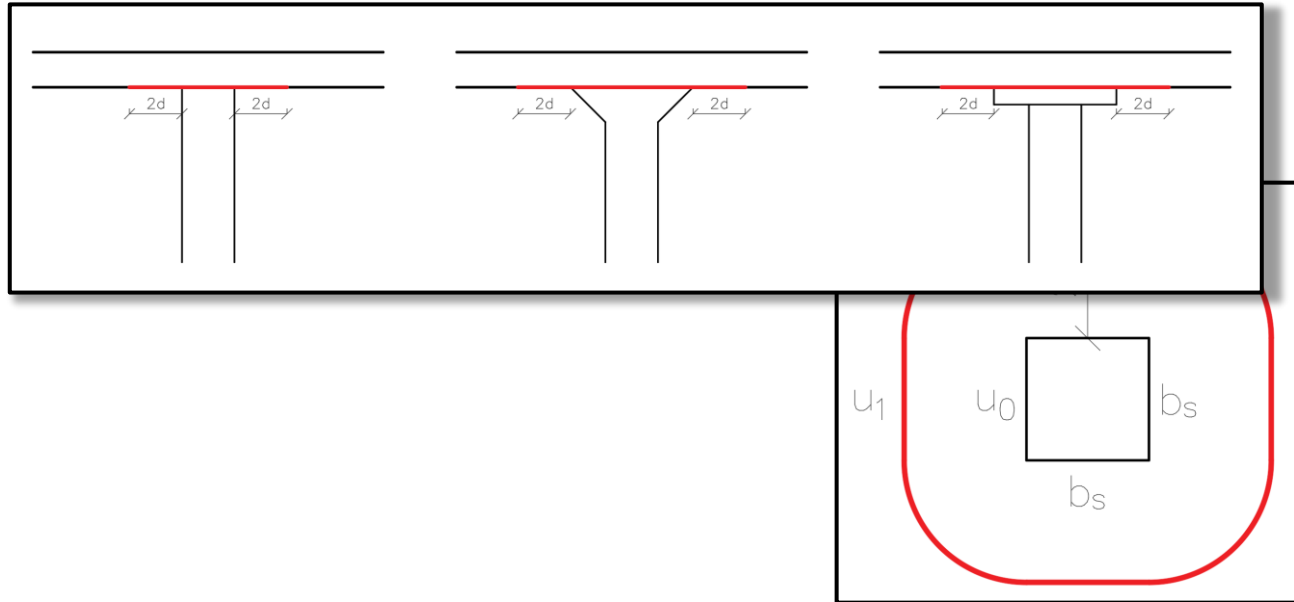
- zvětšení **tloušťky desky** (což sníží účinek zatížení),
- zvětšení **kontrolovaného obvodu** (což sníží účinek zatížení) – např. **vložením manžetové hlavice**, vytvořením „hříbu“ pod deskou,
- zvýšením **pevnostní třídy betonu** (což zvýší únosnost).

Protlačení v obvodu  $u_1$

# Protlačení v obvodu $u_1$

Protlačení v obvodu  $u_1$  se týká porušení, kdy sloup „vytrhne“\* část desky.

Obvod  $u_1$  odpovídá „rozšířenému“ obvodu podpory sloupu o  $2d$ .



# Protlačení v obvodu $u_1$

V předběžném návrhu jsme v souvislosti s protlačení **v obvodu  $u_0$**  pouze ověřovali, jestli vůbec bude možné desku vyztužit proti protlačení.

Nyní musíme **ověřit, zda je nutné navrhovat výztuž proti protlačení, a případně ji navrhnout.**

# Protlačení v obvodu $u_1$

Při tomto typu porušení nám zajišťuje **únosnost**

- **beton,**
- **podélná výztuž,**
- **případná výztuž na protlačení.**



# Stupeň vyztužení podélnou tahovou výztuží

Pro další výpočty potřebujeme **stupeň vyztužení podélnou tahovou výztuží**.

Jelikož máme **oboustranně vyztuženou desku**, musíme stanovit tuto hodnotu jako „**průměr**“ z jednotlivých směrů.

# Podélná výztuž

## Stupeň vyztužení podélnou tahovou výztuží

$$\rho_l = \min \left( \sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}}; 0.02 \right)$$

kde  $\rho_{lx}$  je průměrný\* stupeň vyztužení tahovou výztuží ve směru  $x$ ,  
 $\rho_{ly}$  je průměrný\* stupeň vyztužení tahovou výztuží ve směru  $y$ .

Pro rovnoměrné vyztužení lze **průměrné stupně vyztužení** vypočítat jako

$$\rho_{lx} = a_{s,x} / (d_x \cdot 1000 \text{ mm}),$$

$$\rho_{ly} = a_{s,y} / (d_y \cdot 1000 \text{ mm}).$$

kde  $a_{s,i}$  je plocha výztuže nad sloupem\* ve směru  $i$  na jeden metr šířky desky [ $\text{mm}^2/\text{m}'$ ].

# Protlačení v obvodu $u_1$

**Nejprve ověříme únosnost bez výztuže na protlačení\***

$$v_{Ed,1} \leq v_{Rd,c},$$

kde  $v_{Ed,1}$  je **účinek** návrhového **zatížení** v obvodu  $u_1$ ,

$v_{Rd,c}$  je **únosnost** ve smyku při protlačení desky **bez smykové výztuže**.

# Protlačení v obvodu $u_1$

**Nejprve ověříme únosnost bez výztuže na protlačení\***

$$\frac{\beta V_{Ed}}{d_{eff} u_1} \leq \max \left[ C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3}; 0.035 \sqrt{k^3 f_{ck}} \right],$$

kde  $V_{Ed}$  je celkové návrhové zatížení z jednoho podlaží (zatížení daného podlaží vynásobené se zatěžovací plochou sloupu),

$\beta$  je součinitel polohy sloupu (1.5 pro rohový, 1.4 pro okrajový, 1.15 pro vnitřní),

$C_{Rd,c} = 0.12$ ,

$$k = \min \left( 1 + \sqrt{(200/d_{eff})}; 2 \right),$$

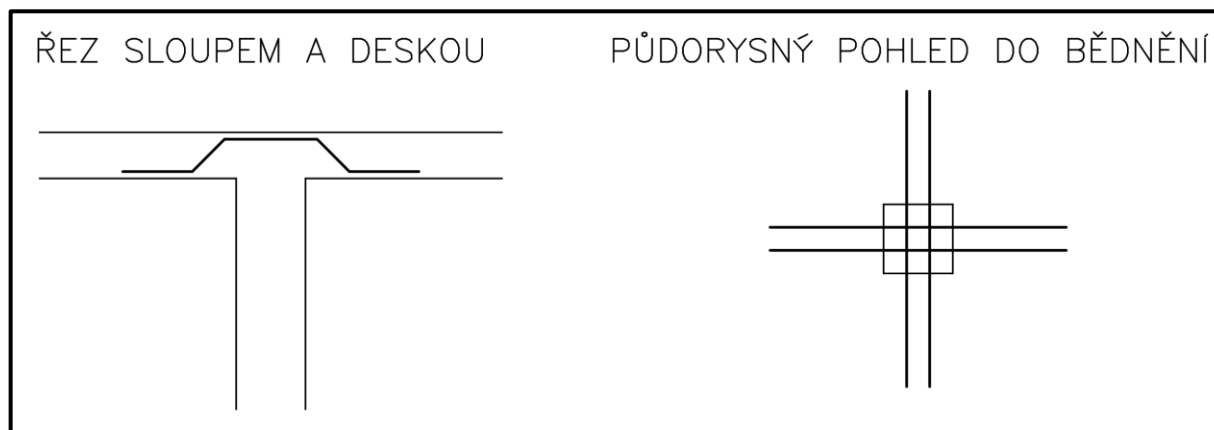
$\rho_l$  je stupeň výztužení podélnou tahovou výztuží,

$d_{eff}$  je účinná výška desky v mm,

$f_{ck}$  je charakteristická hodnota pevnosti betonu.

# Protlačení v obvodu $u_1$

Pokud podmínka  $v_{Ed,1} \leq v_{Rd,c}$  **vyhoví**, znamená to, že **nemusíme navrhovat výztuž na protlačení**. Doporučuje se však navrhnout **alespoň výztuž konstrukční (2 ohyby nad sloupem v obou každém směru)**.

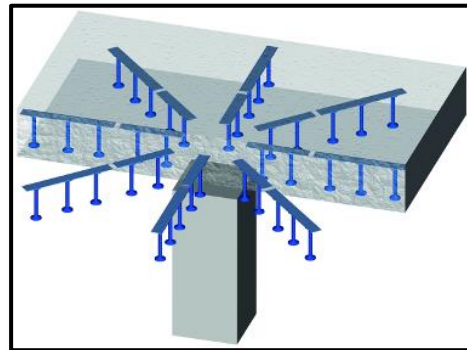


Pokud podmínka  $v_{Ed,1} \leq v_{Rd,c}$  **nevyhoví**, znamená to, že **musíme navrhnout výztuž na protlačení**.

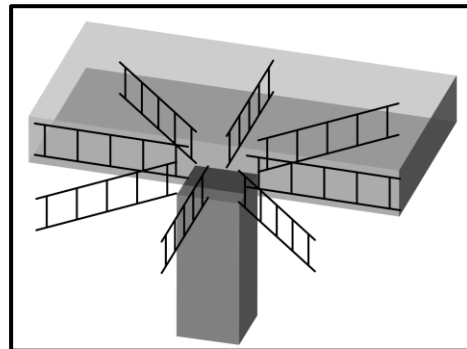
# Výztuž na protlačení

Výztuž na protlačení lze realizovat dvěma způsoby:

- pomocí **patentovaných výrobků** – např. smykové **lišty s trny**,



- pomocí smykových **lišť z betonářské výztuže**.



# Výztuž na protlačení

**Posouzení únosnosti proti protlačení desky při použití patentovaných výrobků se většinou provádí pomocí specializovaných programů jednotlivých výrobců\*.**

**Posouzení únosnosti proti protlačení desky při použití betonářské výztuže se provádí pomocí normového postupu – na tento způsob se zaměříme.**

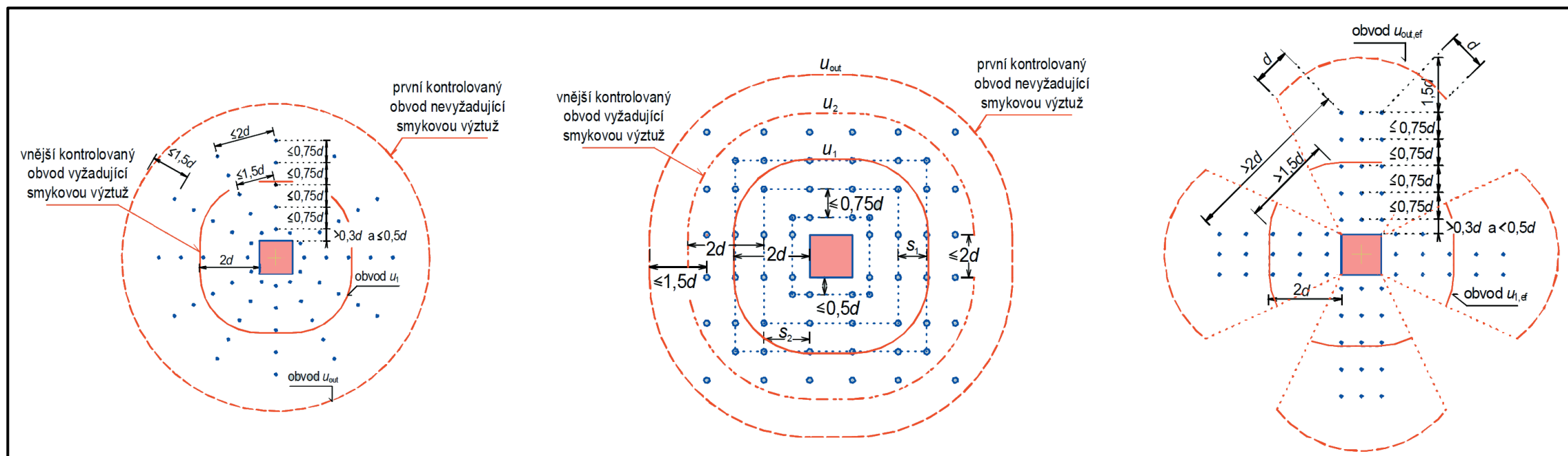
# Návrh výztuže z betonářské výztuže

Výztuž na protlačení z betonářské výztuže **navrhujeme pomocí konstrukčních zásad**, a lze ji do desky **umístit různými způsoby**.

radiálně

ortogonálně

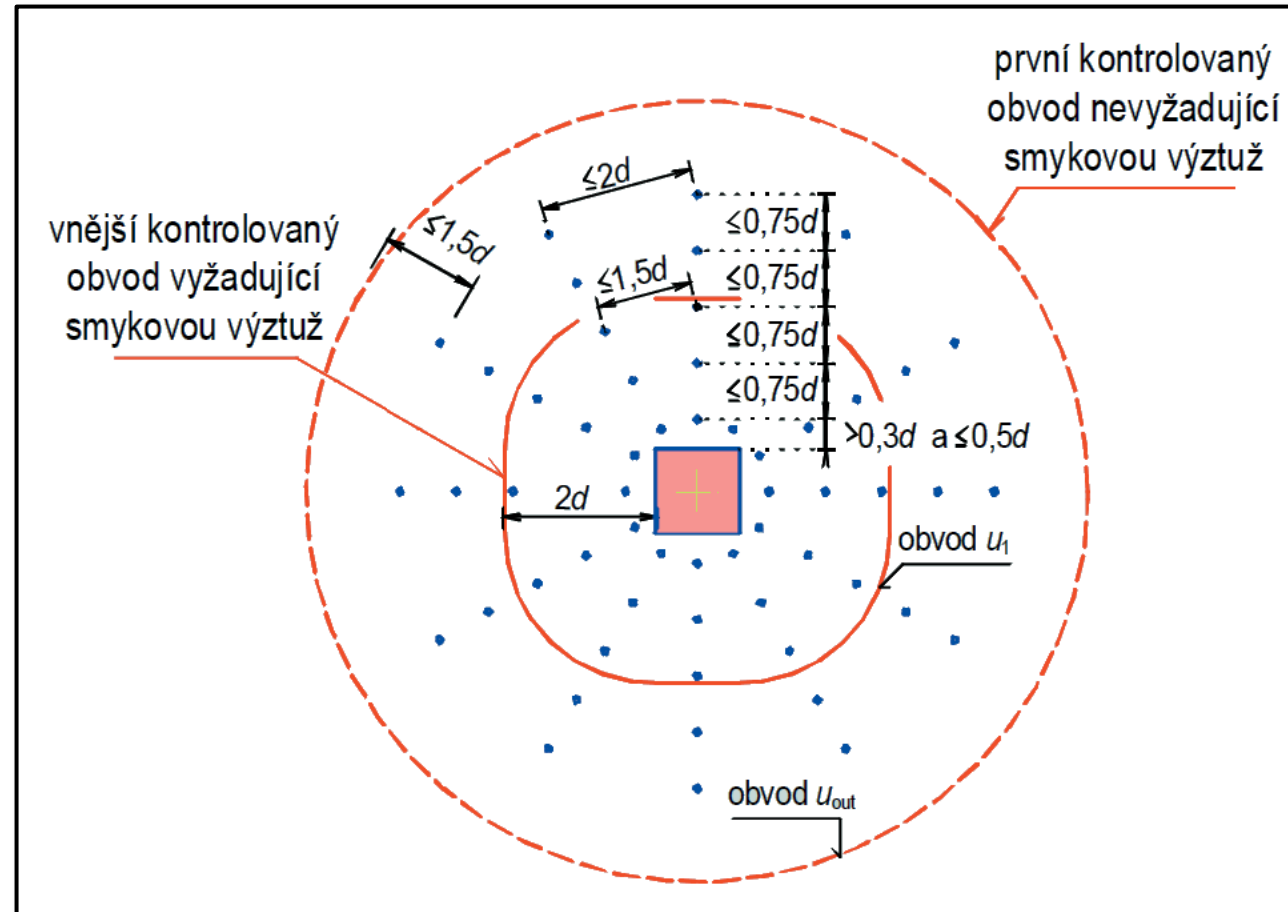
ortogonálně na části





# Návrh výztuže z betonářské výztuže

**Nejčastěji** navrhujeme **radiální výztuž**, na kterou se zde zaměříme.



# Návrh výztuže z betonářské výztuže

Nejprve stanovíme **délku kontrolovaného obvodu  $u_{out}$** , ve kterém již není potřeba smyková výztuž (tj. obvod, kde platí  $v_{Ed,out} = v_{Rd,c}$ ).

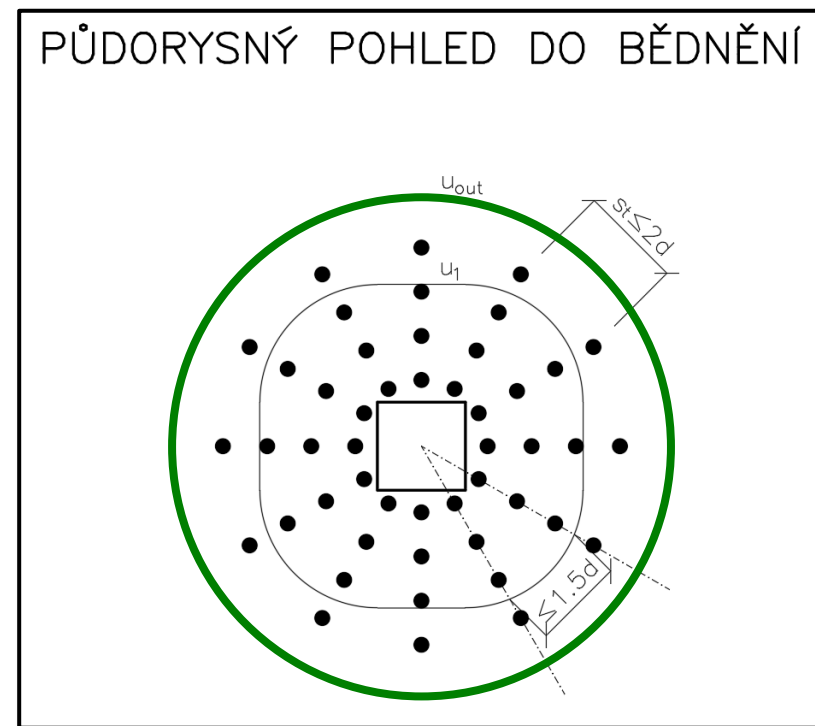
$$u_{out} = \frac{\beta V_{Ed}}{v_{Rd,c} d_{eff}},$$

kde  $V_{Ed}$  je celkové návrhové zatížení pouze z jednoho podlaží,

$\beta$  je součinitel polohy sloupu,

$d_{eff}$  je účinná výška desky,

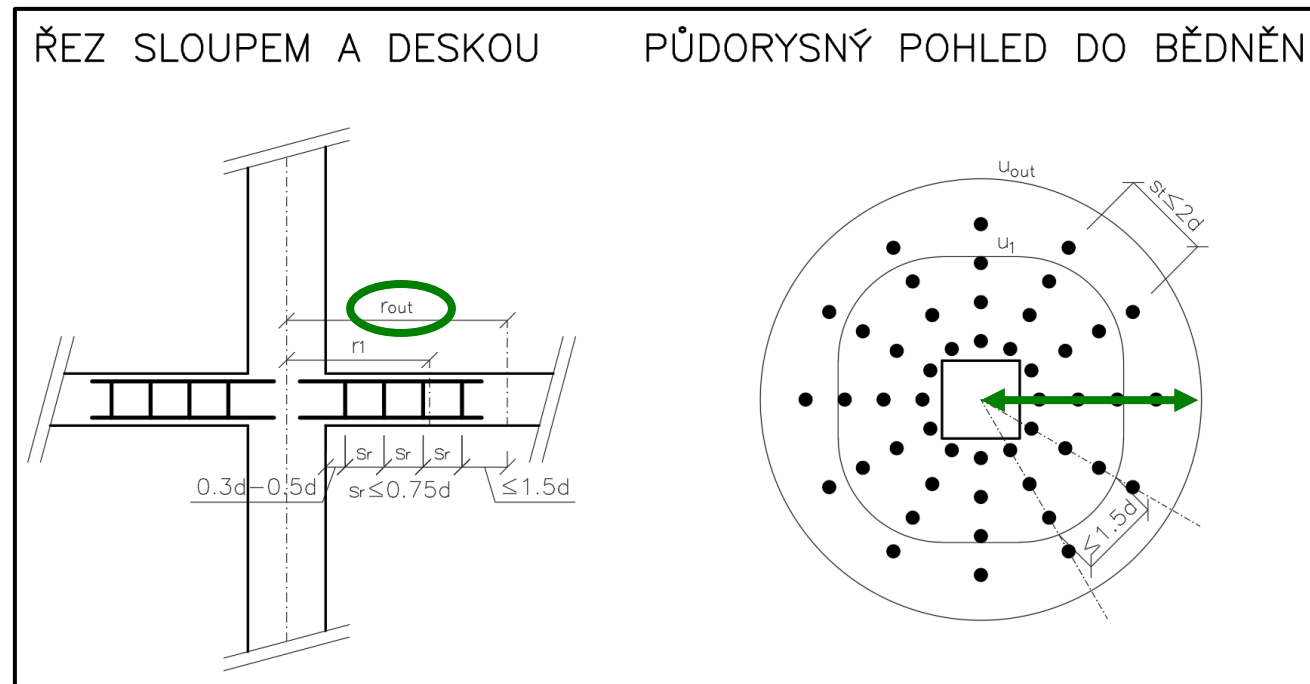
$v_{Rd,c}$  je únosnost bez výztuže na protlačení.



# Návrh výztuže z betonářské výztuže

Z délky kontrolovaného obvodu  $u_{out}$  pak stanovíme **poloměr kontrolovaného obvodu** jako

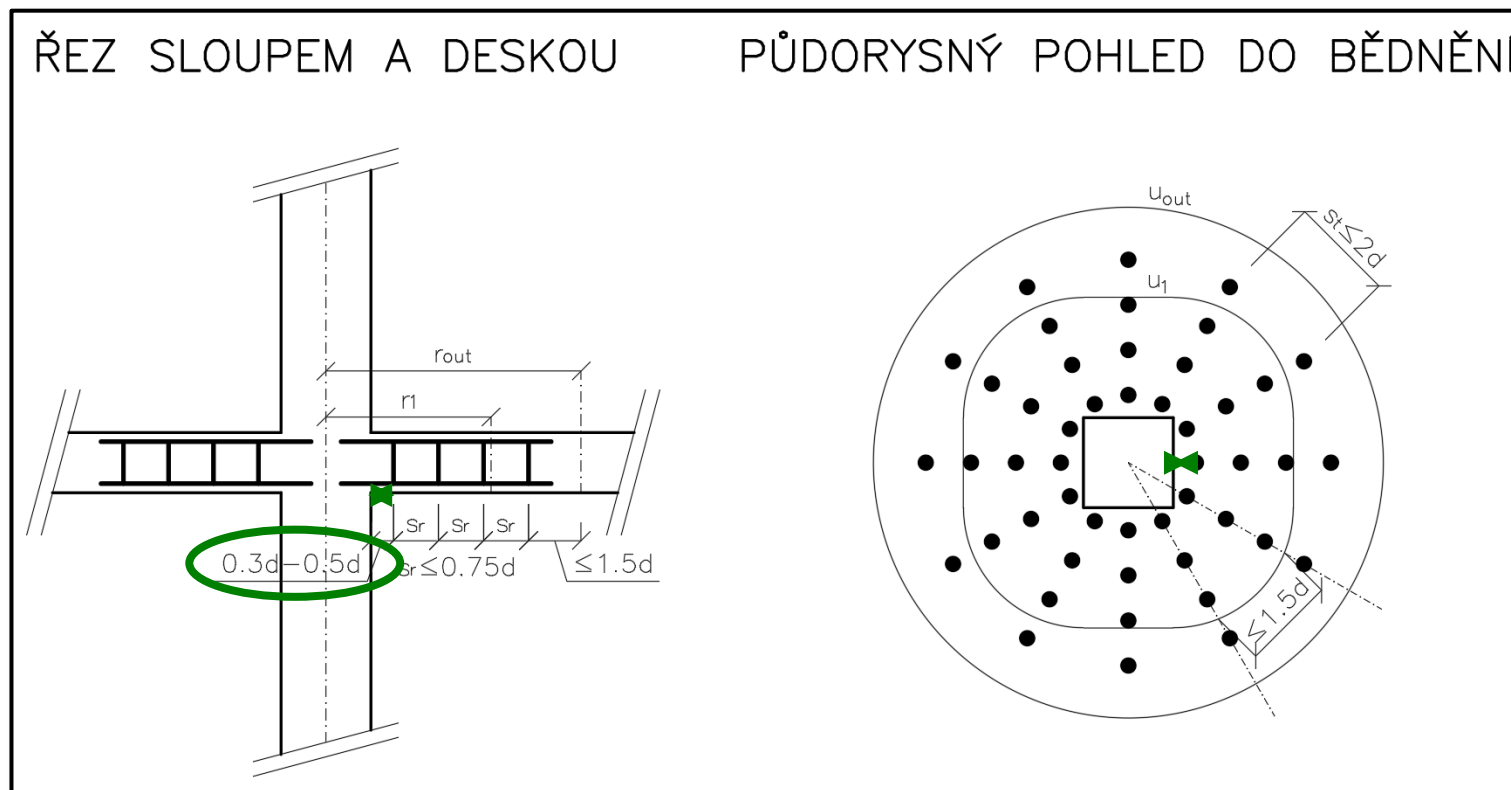
$$r_{out} = \frac{u_{out}}{2\pi}.$$



# Návrh výztuže z betonářské výztuže

Počet a rozmístění smykových lišt určíme pomocí konstrukčních zásad.

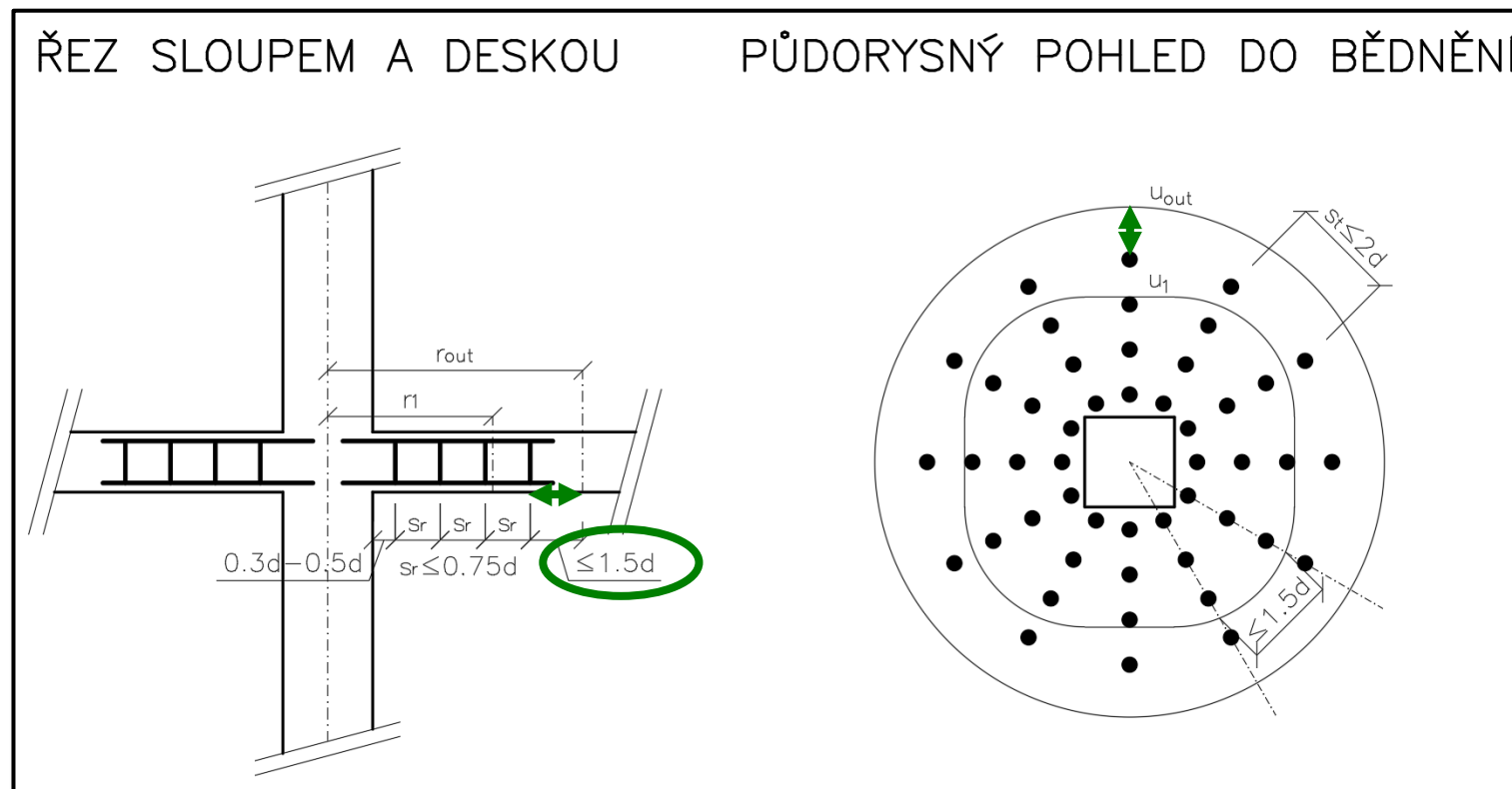
1) **První** výztužný profil smí být umístěn  **$0.3d_{eff}$  až  $0.5d_{eff}$**  od líce sloupu.



# Návrh výztuže z betonářské výztuže

Počet a rozmístění smykových lišt určíme pomocí konstrukčních zásad.

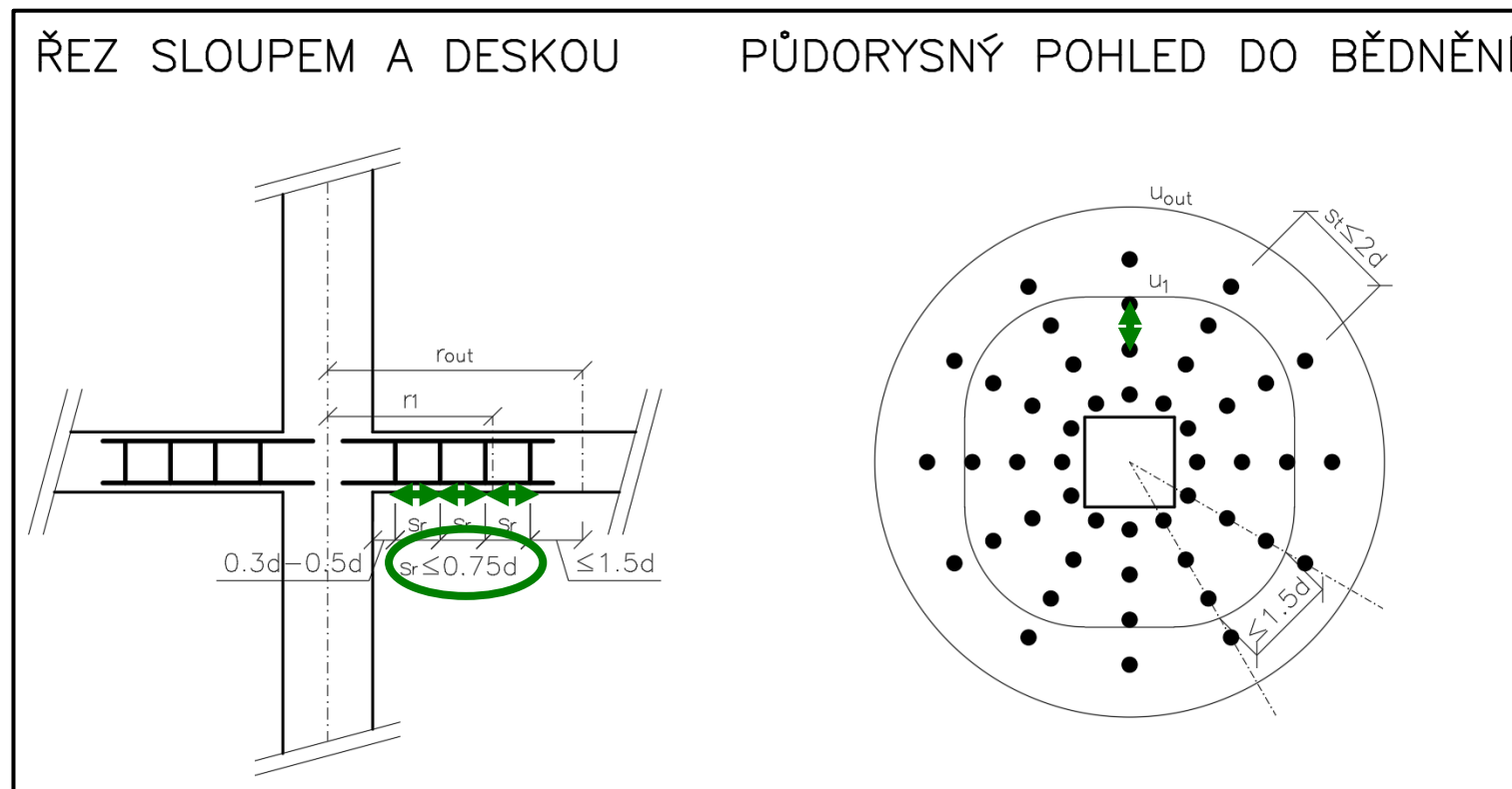
2) **Poslední** výztužný profil nesmí být dále než  $1.5d_{eff}$  od obvodu  $u_{out}$ .



# Návrh výztuže z betonářské výztuže

Počet a rozmístění smykových lišt určíme pomocí konstrukčních zásad.

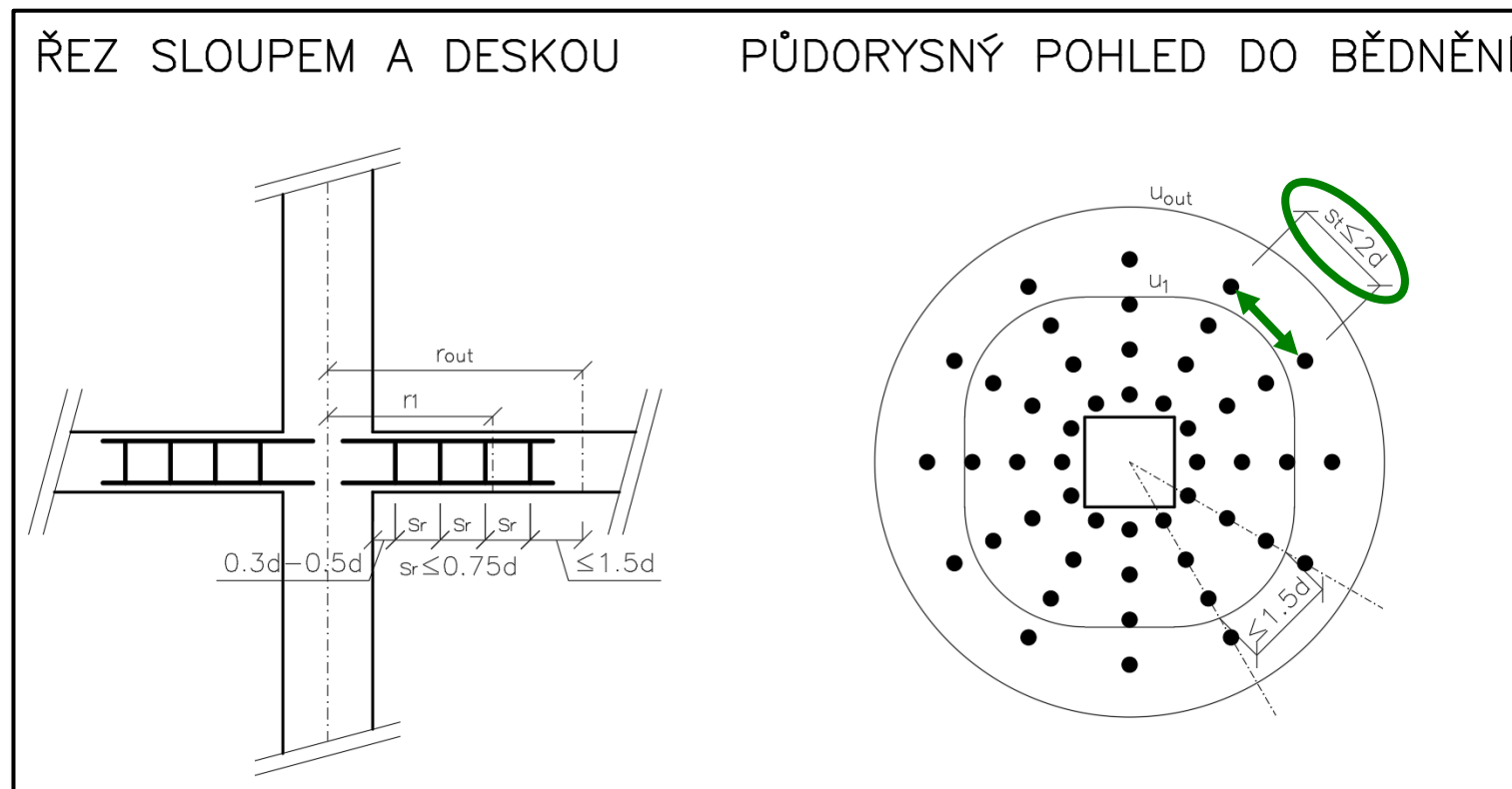
3) **Rozteče** výztužných profilů  $s_r$  smí být **maximálně  $0.75d_{eff}$** .



# Návrh výztuže z betonářské výztuže

Počet a rozmístění smykových lišt určíme pomocí konstrukčních zásad.

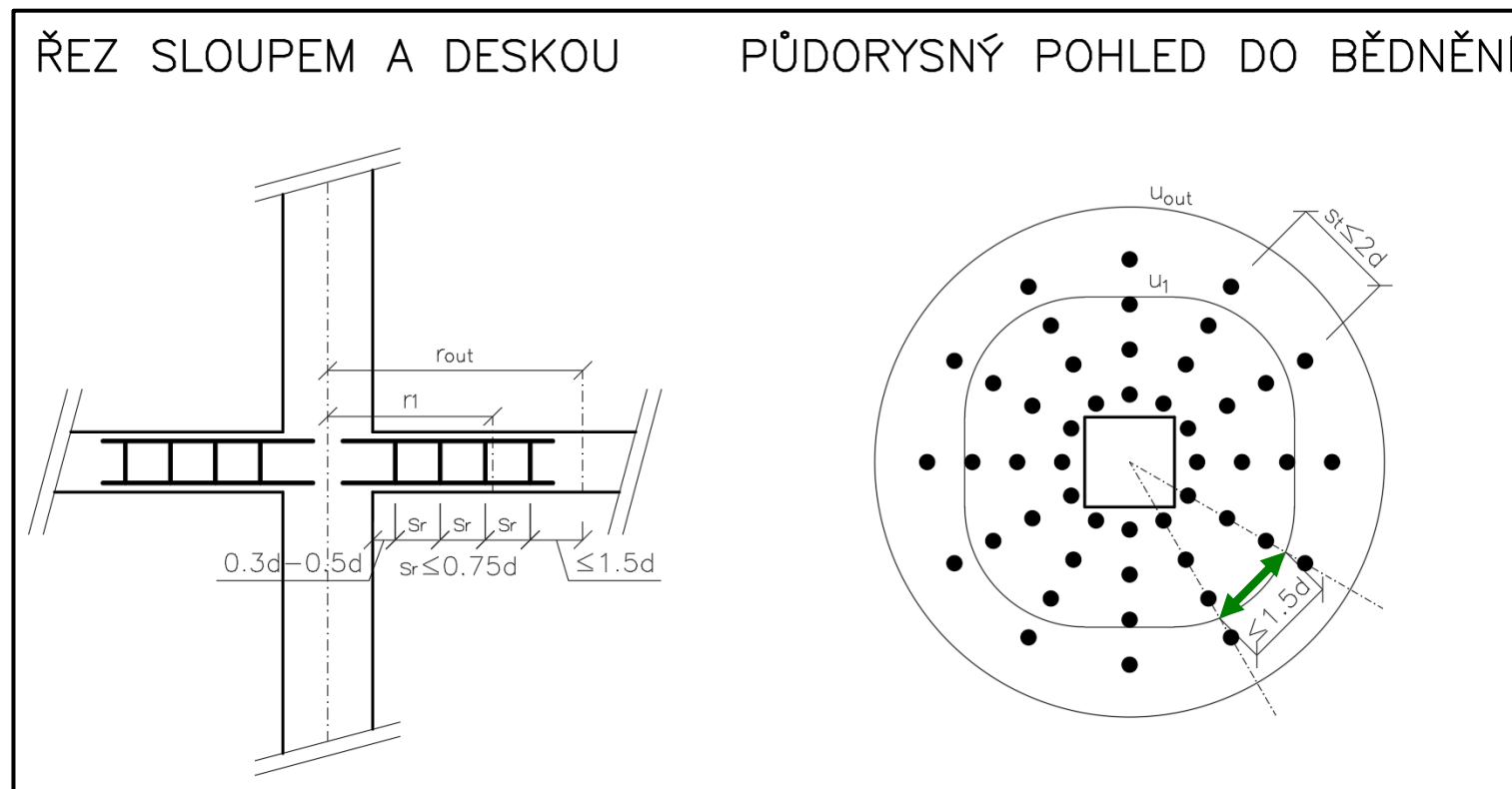
4) **Vzdálenost lišt v tangenciálním směru  $s_t$  smí být maximálně  $2d_{eff}$ .**



# Návrh výztuže z betonářské výztuže

Počet a rozmístění smykových lišt určíme pomocí konstrukčních zásad.

5) **Vzdálenost lišt na úrovni obvodu  $u_1$  smí být maximálně  $1.5d_{eff}$ .**





# Návrh výztuže z betonářské výztuže

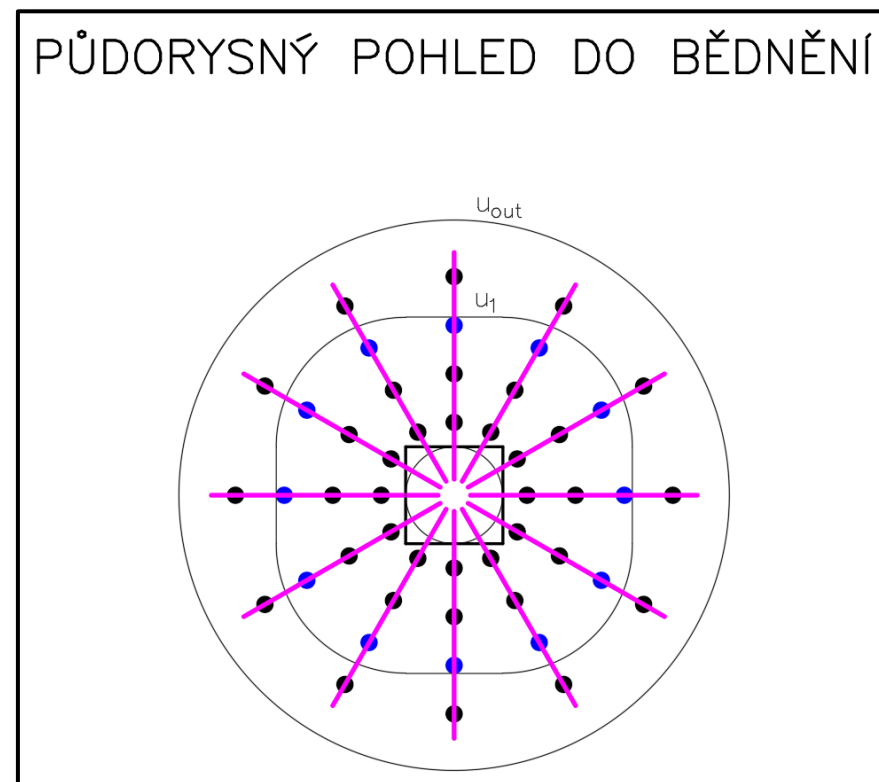
**Počet radiálních lišt** můžeme vypočítat z podmínek pro maximální vzdálenosti v tangenciálním směru\*

$$n \geq \max \left( \frac{2\pi(r_{out} - 1.5d_{eff})}{2d_{eff}}; \frac{u_1}{1.5d_{eff}} \right)$$

**Průřezová plocha** výztužných profilů **v jednom obvodu** je pak

$$A_{sw} = n(\pi\varnothing_{sw}^2/4),$$

kde profil trnů  $\varnothing_{sw}$  zvolíme cca 10 až 14 mm.



# Únosnost s navrženou výztuží na protlačení

Po návrhu výztuže můžeme konečně posoudit protlačení s výztuží. **Únosnost** ve smyku **při protlačení** desky s **navrženou smykovou výztuží** určíme jako

$$v_{Rd,cs} = \min \left( 0.75v_{Rd,c} + 1.5 \frac{A_{sw}f_{ywd,eff}}{s_r u_1}; k_{max}v_{Rd,c} \right)$$

kde  $v_{Rd,c}$  je únosnost v protlačení bez výztuže v obvodu  $u_1$ ,

$A_{sw}$  je průřezová plocha výztužných profilů v jednom obvodu,

$f_{ywd,eff} = \min(250 + d_{eff}/4, f_{yd})$ ,

$d_{eff}$  je účinná výška desky,

$s_r$  je radiální rozteč profilů,

$u_1$  je kontrolovaný obvod,

$k_{max} = 1.35 + h_d/2000$ ,

$h_d$  je tloušťka desky.

# Únosnost s navrženou výztuží na protlačení

Po návrhu výztuže můžeme konečně posoudit protlačení s výztuží. **Únosnost** ve smyku **při protlačení desky s navrženou smykovou výztuží** určíme jako

$$v_{Rd,cs} = \min \left( 0.75v_{Rd,c} + 1.5 \frac{A_{sw}f_{ywd,eff}}{s_r u_1} ; k_{max}v_{Rd,c} \right)$$

**První člen** vztahu udává samotnou vypočtenou únosnost při protlačení.

**Druhý člen** vztahu je podmínka udávaná normou, která vyjadřuje to, že při určitém stupni vyztužení je již dosažena maximální únosnost průřezu, a další přidávání výztuže už nezvyšuje únosnost (tohle jsme ověřovali už v předběžném návrhu, takže s tím by neměl být problém).

# Únosnost s navrženou výztuží na protlačení

Posouzení průřezu pak provedeme porovnáním účinků zatížení s únosností

$$v_{Ed,1} \leq v_{Rd,cs},$$

kde  $v_{Ed,1}$  je **účinek** návrhového **zatížení** v obvodu  $u_1$ ,

$v_{Rd,cs}$  je **únosnost** ve smyku při protlačení desky **se smykovou výztuží**.

# Únosnost s navrženou výztuží na protlačení

Posouzení průřezu pak provedeme porovnáním účinků zatížení s únosností

$$\frac{\beta V_{Ed}}{d_{eff} u_1} \leq v_{Rd,cs},$$

kde  $V_{Ed}$  je celkové návrhové zatížení z jednoho podlaží,

$\beta$  je součinitel polohy sloupu,

$d_{eff}$  je účinná výška desky,

$u_1$  je kontrolovaný obvod,

$v_{Rd,cs}$  je únosnost ve smyku při protlačení desky se smykovou výztuží.

# Únosnost s navrženou výztuží na protlačení

**Pokud** podmínka  $v_{Ed,1} \leq v_{Rd,cs}$  **nevyhoví**, musíme **upravit návrh** a **posoudit znovu**. V rámci domácího úkolu upravíme návrh tak, aby posouzení vyhovělo.

**Možné úpravy** návrhu zahrnují

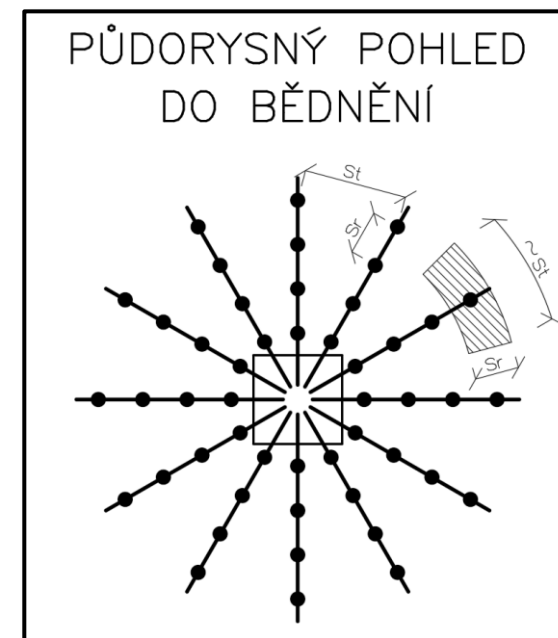
- **zvětšení profilu** výztuže,
- **zmenšení radiální rozteče**  $s_r$  (není však vhodné navrhovat rozteč menší než 100 mm),
- **zvětšení počtu lišt**.

# Ověření konstrukčních zásad

Nakonec musíme zkontrolovat konstrukční zásadu pro minimální stupeň vyztužení

$$\rho_{sw} \geq \rho_{sw,min}$$

$$1.5 \frac{\pi \varnothing_{sw}^2 / 4}{s_r s_t} \geq 0.08 \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$



**Pokud** podmínka **nevyhoví**, zvětšíme **profil výztuže**, zmenšíme **radiální rozteč** nebo zvětšíme **tangenciální rozteč** a posoudíme znovu.

Díky za pozornost



# Poděkování

Děkuji **Radku Štefanovi, Tomáši Trtíkovi, Romanu Chylíkovi a Hance Schreiberové** za časté konzultace při vypracovávání prezentace.

Děkuji **Stáňovi Zažirejovi** za poskytnutí vizualizací a obrázků.

Děkuji **Petru Bílému a Martinovi Tipkovi** za vytvoření a udržování oficiálních podkladů, ze kterých vychází tato prezentace.